

**Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”
Facultad de Ingenierías.
Departamento de Química e Ingeniería Química.**



TRABAJO DE DIPLOMA

Título: Propuesta de solución a los problemas de corrosión externa en tanques de procesamiento de Crudo de la Empresa de perforación y extracción de petróleo del Centro. (EPEP-Centro)

Autor: Yoslay Elías Elías

Tutores: MSc. Roberto Perfecto Latorre Enríquez

Consultante: MSc. Asael González Betancourt.

Matanzas, 2011

DECLARATORIA DE AUTORIDAD

Declaro que soy el único autor de este Trabajo de Diploma realizado en la Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, como parte final de los estudios en la especialidad de Ingeniería Química, por tanto autorizo que el mismo sea utilizado en la institución con la finalidad que estima conveniente.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer a Dios que me haya dado la vida y la oportunidad de estar aquí para hacer y presentar este trabajo.

A mi familia por haberme brindado su apoyo en todo momento.

A mi tutor MSc. Roberto Perfecto Latorre Enríquez por la dedicación y empeño que me ha brindado para la realización de este Trabajo de Diploma.

Al profesor y consultante de este trabajo MSc. Asael González Betancourt por todo su ayuda en la confección de este trabajo.

A todos mis profesores que han contribuido a mi formación profesional y moral.

A todos mis compañeros que de una forma u otra me han brindado ayuda.

DEDICATORIA

A mis padres que son los que me guiaron por el camino del bien desde los primeros momentos y de los cuales siempre estaré orgulloso.

A mi esposa ya que en todo momento me apoyó y animó para la realización de este trabajo.

A todos mis compañeros.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en los tanques de crudo para ventas de 5000m³, ubicados en la Batería Central de la Empresa de Perforación y Extracción de Petróleo Centro (EPEP Centro). Dichos tanques presentan un alto grado de deterioro como consecuencia, entre otros factores, de una atmósfera altamente corrosiva presente en el área. Se analizaron los problemas de diseño anticorrosivo, corrosión, protección y conservación, que durante el transcurso de la explotación de estos equipos han provocado la disminución del tiempo de vida útil de las instalaciones. Como resultado de este trabajo, se proponen soluciones que incluyen el uso de los diferentes productos y técnicas del Sistemas de Protección Anticorrosiva y de Conservación (SIPAYC) para lograr la disminución de las pérdidas por corrosión en dichas instalaciones.

SUMMARY

The present work was carried out in the tanks of raw for sales of 5000m³, located in the Central Battery of the Company of Perforation and Extraction of Petroleum Center (EPEP Center). These tanks present a high grade of deterioration as consequence, between other factors, of a highly corrosive atmosphere present in the area. The problems of anticorrosive design were analyzed, corrosion, protection and conservation, that during the course of the exploitation of these equipments they have provoked the decrease of the lifetime of the installations. As a result of this work, they intend solutions that include the use of the different products and technics of the Systems of Anticorrosive Protection and of Conservation (SIPAYC) to achieve the decrease of the losses for corrosion in these installations.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
Capítulo I. ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO.	3
1.1 Corrosión Atmosférica	3
1.1.1 Factores que influyen en la corrosión atmosférica.	4
1.1.2 Mecanismos Básicos del Proceso de Corrosión Atmosférica	5
1.1.3 Influencia de los vientos en la corrosión atmosférica.	8
1.1.4 Impacto del aerosol marino en la corrosión:	9
1.1.5 El ión cloruro y la corrosión atmosférica.	10
1.1.6 El ión sulfato y la corrosión atmosférica.	11
1.2 Corrosión en exterior de tanques	12
1.3 Corrosión en el suelo.	12
1.3.1 Causas que contribuyen al deterioro de los fondos por corrosión.	13
1.4 Incidencia económica de la corrosión.	13
1.5 Diseño anticorrosivo.	15
1.6 Tipos y preparación de superficies	16
1.7 Mecanismo de acción de las pinturas anticorrosivas.	17
1.8 Sistemas de pinturas protectoras.	19
1.9 Protección anticorrosiva y conservación adicional.	20
1.9.1 Materiales compuestos de matriz asfáltica.	20
1.9.2. Grasas de conservación.	21
1.9.3 Ceras impermeabilizantes.	22
1.9.4 Disolución de Fosfato.	22
1.10 Conclusiones parciales.	23
Capítulo II Diagnóstico del diseño anticorrosivo, corrosión, protección y conservación.	24
2.1 Materiales y métodos.	24
2.2 Tanques de Almacenamiento	24
2.2.1 Descripción de las partes de un tanque de almacenamiento en la Batería Central.	24
2.3 Diagnóstico de los problemas de diseño anticorrosivo, corrosión, protección y conservación.	25
2.3.1 Techo de los tanques.	26
2.3.2 Envolvente de los tanques.	30
2.3.3 Fondo de los tanques.	33
Capítulo III. Propuesta de sistemas de protección anticorrosiva y conservación.	35
3.1 Propuesta de Sistemas de Protección Anticorrosiva y Conservación (SIPAYC).	35
3.2 Clasificación del Ambiente.	35
3.2.1 Diseño Anticorrosivo.	36
3.2.2 Preparación superficial.	38
3.2.3 Condiciones Meteorológicas	38
3.2.4 Pintura exterior.	38
3.2.4.1 Método de aplicación	40
3.2.4.2 Protección del fondo del tanque.	41
3.3 Evaluación económica del SIPAYC y pinturas que se proponen.	42
3.3.1 Evaluación del Tanque.	42
3.4 Conclusiones parciales	45
CONCLUSIONES	45
RECOMENDACIONES	47
BIBLIOGRAFÍA.	48
ANEXO	52

INTRODUCCIÓN

En Cuba, tanto por su clima tropical húmedo como por su configuración geográfica larga y estrecha, se propicia que en gran parte de su territorio prevalezca una atmósfera con altos niveles de salinidad, sobre todo en áreas cercanas a la costa norte, donde los vientos predominantes son del noreste. La destrucción de materiales y equipos debido a la interacción de estos con el medio ambiente en que se encuentran es causada por la corrosión.

La Batería Central, instalación de la Empresa de Perforación y Extracción de Petróleo Centro (EPEP Centro), perteneciente a Cuba-petróleo (CUPET) del Ministerio de la Industria Básica, situada en la finca La Cachurra en la costa norte, tiene como misión la recepción, tratamiento y comercialización del crudo que se extrae en la zona. La agresividad corrosiva en esta instalación, que se clasifica de muy alta y los problemas de diseños anticorrosivos, entre otros factores, provocan el deterioro prematuro por corrosión de los materiales y sus sistemas de protección.

El incumplimiento de las normas establecidas, por falta de exigencia y control de la calidad de los procesos de diseño, construcción, preparación superficial, aplicación de recubrimientos y protección adicional, tributan a que los resultados en cuanto a protección de las acciones realizadas no sean los esperados, evidenciándose la necesidad de aplicar diferentes productos y técnicas del sistema de protección anticorrosiva y conservación, conjuntamente con los métodos de protección anticorrosivos aplicados en estos equipos para contrarrestar estos daños ya que no pueden ser erradicados en su totalidad.

Los tanques de acero son parte importante en el proceso de producción de toda la empresa. El incremento de la producción de crudo en la última década del siglo pasado y la necesidad de enviarlo a la Empresa de Comercialización de Combustibles Matanzas a través de un oleoducto, exigió la construcción de 4 tanques para el almacenamiento del crudo de venta en el año 2000, por lo que llevan más de 10 años de explotación. Durante este tiempo han estado presentando roturas, provocando afectaciones en la producción y altos costos de reparación.

Considerando todo lo anterior, se plantea lo siguiente:

Problema Científico:

¿Cómo disminuir el deterioro por corrosión en el exterior de los tanques de venta de crudo en la EPEP Centro?

Hipótesis

Si se conocen las características de los tanques de tratamiento de crudo y los factores que influyen en su deterioro, se puede proponer un sistema de protección anticorrosivo y conservación efectivos.

Objetivo General:

Establecer los principales problemas de corrosión en el exterior de los tanques de almacenamiento de crudo para proponer un sistema de protección anticorrosivo que disminuya el deterioro de los mismos.

Objetivos específicos:

- 1- Realizar el diagnóstico y caracterización de los tanques de almacenamiento de crudo, según las normas internacionales.
- 2- Detectar los principales problemas de diseño anticorrosivo y de corrosión que afectan los tanques de crudo nativo por observación in situ de las estructuras afectadas.
- 3- Proponer un sistema de protección anticorrosiva y de conservación (SIPAYC) adecuado a las estructuras existentes.
- 4- Evaluar económicamente la propuesta del SIPAYC.

Capítulo I. ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO.

1.1 Corrosión Atmosférica

La atmósfera, plantean (Tomashov, 1979; Domínguez J.1987) es uno de los medios corrosivos naturales más ampliamente difundidos y es, precisamente, en este medio donde ocurre la mayor parte del daño por corrosión a equipos y estructuras metálicas, según demuestran los estudios realizados por varios autores. Se considera que alrededor de un 80 % (y tal vez más) de las estructuras metálicas están expuestas a la atmósfera y alrededor de un 50 % de las pérdidas por corrosión se deben a la corrosión atmosférica.

La lucha contra la corrosión o degradación atmosférica reclama la mayor atención, debido a la variedad de materiales y estructuras metálicas utilizadas en las construcciones, que expuestas a la atmósfera, experimentan a través del tiempo serias afectaciones (González, J.A 1989).

(Echeverría, C. 1985), coincidiendo con (Tomashov, N.D 1979) plantea que el conocimiento más exacto posible, acerca de los factores que influyen en la agresividad corrosiva de la atmósfera en los diferentes ambientes, ayudaría a la planificación de las medidas anticorrosivas para la protección de metales y por ende a la disminución de las pérdidas o costos por corrosión.

Las preocupaciones que causa este tema, han llevado a científicos e investigadores a realizar numerosos trabajos y estudios que, no obstante, aún son insuficientes para aclarar numerosas cuestiones sobre los mecanismos, las variables y la cinética de la corrosión atmosférica. Esto se debe, en gran medida a que el fenómeno no es fácilmente tratable con las técnicas de la ciencia de los materiales y de la electroquímica. Uno de los mayores problemas a que se enfrentan los investigadores es la simulación precisa de las condiciones meteorológicas y atmosféricas que se dan en la práctica.

Tomando en consideración el grado de contaminación y la naturaleza de los contaminantes, (Feliú, M.S. 1971), y (Tomashov, N.D. 1979) clasifican las atmósferas en: industriales, marinas, urbanas, rurales, urbanas-marinas, industriales-marinas,

urbanas industriales, rurales interiores y otras combinaciones.

Estas clasificaciones no necesariamente son una descripción acertada como reflejo de la agresividad de la atmósfera desde el punto de vista de la corrosión y expone que la agresividad de un lugar determinado está dada en primer lugar por las condiciones netamente climatológicas y en segundo lugar, por determinadas condiciones de contaminación aeroquímica específica, lo que hace que los datos de corrosión varíen dentro de un determinado rango, denominando a esto agresividad básica, a la que pueden adicionarse de modo esporádico o periódico, acciones suplementarias, por lo general de tipo aeroquímico (Echeverría, C.A. et al. 2002).

(Tomashov, N.D.1979) clasifica las atmósferas coincidiendo con (Domínguez, J.1987) según el grado de contaminación y la naturaleza de los contaminantes, planteando que la más corrosiva es la industrial altamente contaminada, por la cantidad de impurezas sólidas y gases corrosivos que presentan, y la menos corrosiva la atmósfera rural pura, ya que no contienen contaminantes químicos fuertes.

En la zona (Varadero, Santa Marta, y Cárdenas) se realizaron ensayos mensuales, trimestrales, semestrales y anuales para el caso del acero con el fin de determinar la cinética de corrosión. Se conoce por estudios ambientales, que en esta zona industrial existe una alta concentración de sulfuro de hidrógeno (H_2S), lo que incrementa considerablemente los procesos de corrosión. Los resultados obtenidos en los ensayos realizados demuestran que la mayor agresividad de las zonas estudiadas es la Batería Central (Informe, EPEPC).

1.1.1 Factores que influyen en la corrosión atmosférica.

De acuerdo con (Morcillo, M. et. al. 1998), los principales factores que operan en la corrosión atmosférica se clasifican como:

Factores externos:

- Meteorológicos y de contaminación del aire.
- Condiciones de exposición que permitan el libre acceso del medio corrosivo a la superficie expuesta a la atmósfera, almacenamiento en

caseta o bajo abrigo ventilado, en las cuales el metal sólo se humidifica por el rocío o el contacto accidental con la lluvia.

Factores internos:

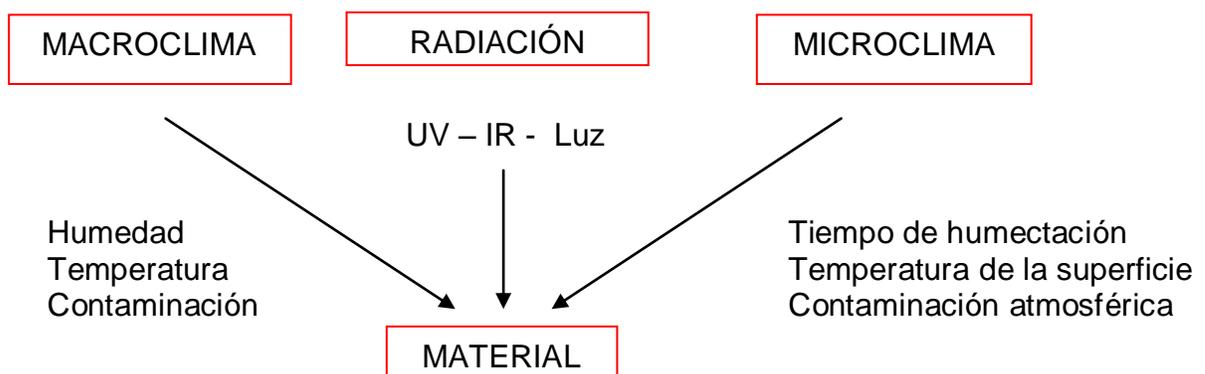
- Como naturaleza y propiedades electroquímicas del metal, así como características de los productos de corrosión.

Entre los factores externos que determinan primariamente la intensidad del fenómeno están: la vida de la película de electrolito sobre la superficie del metal, la composición química de la atmósfera (contaminación del aire con gases, vapores ácidos y aerosoles de agua de mar) y la temperatura ambiente. La participación de gran número de otros factores es generalmente secundaria.

Estos factores mencionados anteriormente juegan un rol en la aparición y aceleración de la velocidad de corrosión. Pero el efecto combinado de varios de ellos, es lo que causa las mayores pérdidas.

1.1.2 Mecanismos Básicos del Proceso de Corrosión Atmosférica

Es conocido que todos los materiales se degradan por la influencia de las condiciones atmosféricas, principalmente por la presencia del oxígeno, la humedad y otros contaminantes atmosféricos (SO₂, NaCl, NO_x, H₂S, etc). Otra fuente importante de degradación es la radiación proveniente del sol. Todas estas influencias constituyen lo que se denomina "Macroclima" de una zona determinada.



"Microclima", en cambio, es el clima específico que se forma alrededor del objeto de importancia fundamental a la hora de entender los mecanismos de degradación

atmosférica de los materiales. Entre los parámetros que definen el microclima podemos considerar: la formación de rocío, o en general, el tiempo de humectación de la superficie, el calentamiento de los objetos por la radiación global, especialmente la radiación infrarroja y la acumulación de iones de naturaleza ácida (SO_3^{2-} , NO_2^- , Cl^-) en la película acuosa depositada sobre el objeto.

A temperatura ambiente y en una atmósfera seca la corrosión metálica puede ser ignorada a efectos prácticos; en cambio adquieren especial relevancia sobre superficies humedecidas. El mecanismo es electroquímico. El electrolito está constituido bien por una película de humedad extremadamente delgada, o bien por una película acuosa (de centenas de micrómetros de espesor) cuando el metal aparece perceptiblemente mojado.

Se ha demostrado que la humedad relativa (HR) ejerce un papel decisivo en la corrosión atmosférica. Por debajo de un determinado nivel de HR la corrosión es insignificante, pues no existe película apreciable de electrolito sobre el metal. Uno de los tipos de corrosión atmosférica a señalar es la húmeda, donde el desarrollo de su mecanismo, que se presenta bajo la acción de delgadas películas de humedad no visibles, refiere (Domínguez, J. 1987), se forman por condensación capilar, higroscopicidad, adsorción, etc., lo cual tiene lugar para humedades relativas inferiores al 100 % y superiores al 50 %, según refieren investigadores del tema, entre ellos (Feliú, M. S. 1971; Tomashov, N.D. 1979).

El mecanismo de la corrosión atmosférica húmeda es el que se presenta en la mayoría de las horas del día y períodos del año, es por ello que constituye el mecanismo fundamental. A partir de este se pueden producir diferentes situaciones durante el proceso corrosivo, en dependencia del espesor de la película de humedad sobre la superficie metálica.

Se insiste que lo que determina en la magnitud de la corrosión atmosférica es el tiempo en que permanece la superficie metálica húmeda, destaca (Domínguez, J. 1987).

El proceso de corrosión atmosférica es suma de los procesos parciales (individuales) de corrosión que tienen lugar cada vez que se forma la capa de electrolito sobre el

metal. Las precipitaciones acuosas (lluvia, nieve o niebla) y la condensación de humedad por cambios de temperatura (rocío) son, sin duda, los principales promotores de la corrosión en la atmósfera.

La suma de tiempos parciales de humectación constituye el llamado tiempo de humectación (TDH), durante el cual es posible la corrosión metálica.

Habitualmente el TDH es calculado en horas, de acuerdo con la norma internacional de ISO 9233: 92, e incluye el complejo diario de $T - HR$, utilizando el valor de $HR = 80\%$ como valor crítico ($T \geq 0^{\circ} C$), cuando inicia la condensación de agua sobre la superficie del metal. Al llegar la HR a 90% y $T < 25^{\circ} C$ se alcanza el punto de rocío y la capa húmeda es más gruesa. Este cambio induce una alteración en la velocidad de corrosión del metal. Cuando la película de humedad es más fina, ella representa una barrera menor para la difusión molecular del agente oxidante (el oxígeno del aire) desde el ambiente gaseoso hacia la superficie metálica y la capa de humedad puede ser prácticamente saturada de oxígeno disuelto. Su concentración y proceso de difusión se encuentran más afectados en el caso de una película de condensación más gruesa (Espada, L.R 2005).

Por otro lado es importante analizar en qué intervalos de temperatura se da el TDH, ya que los niveles de temperatura determinan la cinética del proceso de corrosión, es decir su velocidad de corrosión. Una diferencia de 10 grados en la temperatura del ambiente, puede conllevar a un orden de aumento de la velocidad de corrosión. (Espada, L.R. 2005).

El efecto de la temperatura en la corrosión atmosférica no resulta determinante en las condiciones del ambiente de Cuba, ya que las variaciones no son de consideración. Su efecto fundamental se manifiesta en la temperatura de la superficie metálica, la que puede alcanzar niveles considerables (superiores a $70^{\circ}C$), bajo la acción de la radiación solar, condiciones en las cuales se elimina toda humedad. De acuerdo con lo anterior, al aumentar la temperatura de la superficie metálica, disminuye la velocidad de corrosión e incluso, el proceso corrosivo se detiene en ausencia de humedad (Morcillo, M. et. al. 1998).

Condiciones de alta humedad conjuntamente con altas temperaturas suelen favorecer notablemente los procesos de deterioro de los materiales en la atmósfera (ataque por hongos, bacterias, corrosión atmosférica, etc.).

1.1.3 Influencia de los vientos en la corrosión atmosférica.

El encargado de transportar los contaminantes es el viento, como han referido en Cuba (Corvo, F. 1980; Mertel, J. 1985; Echeverría, C.A. et. al. 2002), (Gómez, J. 1999) destaca que la velocidad del viento puede promover un doble efecto a su vez, si se conjuga con la lluvia ya que en ausencia de esta una alta velocidad del viento produce un efecto de secado sobre la superficie y por ende un decrecimiento en la velocidad de corrosión. Por su parte, un efecto combinado de la lluvia con el viento, da lugar al lavado de la superficie del metal, es decir una remoción de los contaminantes que aceleran el proceso corrosivo y por tanto también disminuye la velocidad de corrosión.

Refiere (Feliú M.S. 1971) que la velocidad de corrosión depende de la velocidad y dirección del viento, principalmente en atmósferas marinas.

En investigaciones realizadas en Cuba, la obtención de bajos coeficientes de correlación entre las pérdidas por corrosión, las horas viento procedentes de las direcciones predominantes y la salinidad (concentración de cloruros y sulfatos), se atribuye a los métodos de captación empleados y las determinaciones analíticas, problema aún no resuelto en las investigaciones sobre corrosión atmosférica, de ahí la imposibilidad de establecer correlaciones matemáticas entre diferentes parámetros de contaminación y vientos en las más recientes investigaciones. (Corvo, F. 1995; Mendoza, A. 2002).

El esclarecimiento de esta influencia resulta determinante en los niveles de corrosividad que se reportan en Cuba para zonas consideradas libres de contaminación y donde las correlaciones entre las pérdidas por corrosión y el viento dan la medida de la influencia del aerosol marino.

1.1.4 Impacto del aerosol marino en la corrosión:

La corrosión atmosférica en los países de climas tropicales húmedos como México, Taiwan, Egipto, Vietnam, India y Cuba ha sido abordada por varios investigadores, donde se determina la influencia preponderante en la corrosión del aerosol marino. (Echeverría, C. 1991), y (Gómez, J. 1999).

El aerosol marino está constituido por agua de mar o sal de mar que en pequeñas partículas son arrastradas por los vientos desde la superficie del mar y transportado a grandes distancias (cientos de kilómetros) y grandes alturas (decenas de kilómetros). Para los países costeros y las islas, este constituye uno de los factores que mayores influencias tiene en las elevadas pérdidas por corrosión que se producen en estas áreas. En las condiciones climáticas de Cuba, este factor resulta determinante y responsable de agresividades altas, muy altas y extremas, aspecto destacado por. (Echeverría, C. 1991)

En el caso de Cuba, debido a su peculiaridad de isla estrecha y alargada, existe una gran influencia del aerosol marino. (Corvo, F. 1995), plantea que en nuestro país, la influencia de los cloruros, transportados por el aerosol marino, es muy significativa en la elevación de la velocidad de corrosión y una vez que ya está formada la capa, existe un proceso de adsorción competitiva entre los cloruros y los sulfatos. Por otra parte, en cuanto a las condiciones ambientales de Cuba se ha planteado que se distinguen 2 períodos cualitativamente diferentes en el año, a saber:

1) **Temporada Invernal ó de seca** (octubre a marzo), con gran influencia de los vientos del norte-nordeste que producen rompientes en la costa, y por ende, grandes concentraciones de aerosol marino en el aire, suficientes para incrementar drásticamente la corrosividad.

2) **Temporada de Lluvias ó de verano** (abril a septiembre), donde los vientos provenientes del sur originan rompientes y cabrilla de poca envergadura (Echeverría, 1991).

En la literatura consultada (Maldonado, 1998), (Corvo, F. 1995), (Echeverría, C. 2002), (Feliú, 1971) se demuestra la influencia del aerosol marino en la magnitud de la corrosión atmosférica, coincidiendo casi la totalidad de los autores, en las

publicaciones más recientes, que el principal responsable de esta acción es el ión cloruro.

Sin embargo, reconociendo que el aerosol marino es sal de mar y que en ella están presentes además de los cloruros, los iones sulfatos y que se reconoce como señala (Gómez, L. J. 1999), que los diferentes estudiosos de la corrosión atmosférica están totalmente de acuerdo que el sulfato ferroso y demás contaminantes salinos juegan un papel importante en el mecanismo de la corrosión atmosférica del hierro y el acero, llama la atención la poca referencia a este contaminante cuando se estudia la influencia del aerosol marino.

1.1.5 El ión cloruro y la corrosión atmosférica.

La influencia del ión cloruro en la magnitud de la corrosión atmosférica, se corrobora por las correlaciones que se obtienen entre la velocidad de deposición de cloruros y la velocidad de corrosión como han demostrado en Cuba. (Echeverría, C.A. 2002).

La deposición de iones Cl^- provoca una compactación de la capa de óxidos, pero también eleva la conductividad de la capa del electrolito. Al interactuar con la superficie del metal provoca un ataque continuo en el mismo como consecuencia de que el hierro no forma cloruros básicos estables.

La corrosión atmosférica del acero es un proceso de naturaleza electroquímica, bastante conocido, por lo que en presencia de oxígeno y humedad conduce a la formación de una capa de herrumbre.

La cinética del proceso de corrosión por cloruros, abordado por (Echeverría, C.A. et al. 2002) se explica a partir del ciclo de formación de herrumbre por cloruros, que consta de los siguientes pasos:

- El cloruro se deposita sobre la superficie metálica, formando con el acero cloruro de hierro II (FeCl_2).
- El cloruro de hierro II en presencia del oxígeno del aire y la humedad interviene en la siguiente reacción:



Como se observa se forma óxido férrico que precipita sobre la superficie metálica y forma la herrumbre y se origina ácido clorhídrico.

- El ácido clorhídrico ataca el metal y forma nuevamente cloruro de hierro II.



Es importante observar que el ataque fundamental sobre el metal se debe a la acción del ácido, por lo cual se incrementa apreciablemente la velocidad de corrosión.

El cloruro de hierro repite el ciclo, por lo que basta con un solo ión cloruro para que se desencadene el proceso corrosivo. Debido a esto la corrosión se incrementa de forma casi proporcional a la salinidad.

1.1.6 El ión sulfato y la corrosión atmosférica.

Tomashov determina que del total de sales que contiene el agua de mar, el 7,68 % en peso corresponde al ión sulfato (Tomashov, N.D. 1979), realizado por Butler y citado por (Echeverría, C.A. et al. 2002) que por esta vía se emiten a la atmósfera 70 millones de toneladas anuales de sulfato, procedentes del aerosol marino.

El mismo autor refiere que la producción de dióxido de azufre es de 130 millones de toneladas al año, lo que corresponde en emisiones de ión sulfato a 86 millones de toneladas, por lo cual no resulta despreciable el sulfato procedente del aerosol marino, máximo cuando no se reporta en Cuba una contaminación apreciable por dióxido de azufre.

En estudios sobre corrosión atmosférica se ha demostrado, que en varias partes del mundo, la corrosión atmosférica es más rápida cuando el contenido de dióxido de azufre en la atmósfera es más alto. (Gómez, J. 1999).

Asimismo, se demostró que la herrumbre se formaba más rápidamente cuando el contenido de dióxido de azufre es más alto (1 molécula de dióxido de azufre permite la formación de 15 a 40 moléculas de herrumbre).

Al referirse al proceso cíclico de formación de herrumbre por dióxido de azufre, (Gómez, J. 1999) haciendo referencia a Evans y Taylor, explica que están presentes dos mecanismos, el Ciclo de Regeneración Ácida y el Ciclo electroquímico.

1.2 Corrosión en exterior de tanques

La corrosión atmosférica puede ocurrir sobre las partes externas de un tanque (sobre todo en el envolvente y techo), el rango de corrosión puede estar entre insignificante a severa, de acuerdo con las condiciones atmosféricas de la localidad. Una atmósfera con sulfuros o ácidos puede dañar los recubrimientos protectores e incrementar la velocidad de corrosión. Las superficies externas de los tanques y equipos auxiliares, pueden corroerse más rápidamente si no son protegidas con pintura u otro recubrimiento protector o con protección catódica donde la superficie está en contacto con la humedad. El contacto continuo con agua, dado por depresiones, causará rápidamente corrosión localizada.

Las áreas susceptibles a estos defectos deben ser protegidas por recubrimiento resistente a la inmersión.

El tipo de tanque y los detalles de la construcción, pueden afectar la localización y extensión de la corrosión externa. La inspección debe ver las áreas donde los detalles de construcción, causen acumulación de agua y/o sedimentos. (Recomendación Práctica API 651)

1.3 Corrosión en el suelo.

Un factor muy importante de la corrosividad de un terreno es su contenido de humedad, ya que un suelo seco no es corrosivo. Los suelos que retengan el agua serán, en principio mucho más agresivos que aquellos otros que la drenen con facilidad. Los terrenos son un soporte del agua, que es el auténtico electrolito, ahora bien, el suelo por las sales solubles que puede contener, puede modificar las características de esta agua aumentando o disminuyendo su agresividad. Suelos que contengan cloruros, sulfatos o bicarbonatos alcalinotérreos, con contenido alto de humedad, confieren al suelo un poder corrosivo alto.

La corrosión en suelos corresponde también a un proceso electroquímico. La intensidad de la pila de corrosión dependerá de la resistividad del medio, siendo tanto mayor, cuanto menor sea ésta. Por otro lado, la resistividad será tanto menor, cuanto mayor sea el contenido de humedad y de sales solubles. Se resalta nuevamente, la importancia del contenido de agua del suelo.

Encontrar un suelo con un contenido nulo de humedad es muy difícil, ya que considerando la que normalmente tiene la atmósfera, los gradientes de temperatura y la existencia de sales higroscópicas, tales como ciertos cloruros y sulfatos, el suelo puede permanecer siempre como mínimo con una ligera humedad. Hay suelos que esta humedad la tiene absorbida física o químicamente, siendo muy difícil eliminar especialmente en aquellos casos en que las partículas que lo forman sean muy finas, como ocurre con las arcillas (Conferencia de Protección Catódica de la Internacional de Protección Catódica. 1997).

1.3.1 Causas que contribuyen al deterioro de los fondos por corrosión.

La corrosión externa de los fondos de los tanques, puede ser muy significativa. El material usado como base o como fundamento para proteger el fondo, puede contener materiales corrosivos. Por ejemplo, el rocoso puede contener compuesto de azufre, que convierte el relleno muy corrosivo cuando se humedece. La presencia de madera, arcilla, gravilla, o piedra triturada, son contaminantes en un relleno de arena y pueden causar corrosión picadura, en cada punto de contacto, una preparación defectuosa del fundamento, un pobre drenaje, puede provocar la presencia de agua permanente en contacto con el fondo del tanque.

Si un tanque tuvo fuga de fluido corrosivo, la acumulación de este fluido bajo el tanque puede causar corrosión externa.

Para tanques que son soportados sobre el nivel del suelo y tienen un anillo diferente en su construcción, esto provocará la acumulación de humedad, trayendo como consecuencia una acumulación de corrosión. (Recomendación Práctica API 651)

La parte baja del campo del tanque, puede sufrir una corrosión severa, o puede ocurrir también en la misma línea de apoyo sobre el suelo, cuando el movimiento del suelo puede provocar el cubrimiento de la parte baja del campo.

1.4 Incidencia económica de la corrosión.

Los primeros estudios relacionados con los costos de la corrosión fueron desarrollados por Uhlig en 1949, en su trabajo “Los costos de la corrosión en los Estados Unidos” (Echeverría, M. et al. 2008), en el cual realiza los cálculos

relacionados con la corrosión sobre la base de métodos de prevención. En ese reporte se estiman las pérdidas anuales directas causadas por la corrosión en alrededor del 3,5 % del Producto Interno Bruto (PIB), tanto en los países industrializados como en aquellos en vías de desarrollo. Expresando que los mayores ahorros en los costos de la corrosión provienen de un mejor uso de los conocimientos ya adquiridos, representando una reducción de pérdidas de un 25-30 % (NACE Corporation, 2003).

Países como Japón, Reino Unido y EE.UU. han llevado a cabo estudios del costo de la corrosión y han estimado las pérdidas de la economía nacional debido a la corrosión hasta un 5% del PIB (Biezna, M. et al.2005). Como se observa, se utiliza como criterio un porcentaje del PIB, el cual incluye todos los ingresos de un país.

En un estudio previo se asumió para Cuba el 4% del PIB, que como se observa no corresponde al mayor nivel de pérdidas reportado por (Biezna, M. et al. 2005). El porcentaje utilizado se debe a la agresividad corrosiva de Cuba y a la situación económica del país (Echeverría, C.A. et al. 2002).

El 50% de los costos por corrosión corresponden a la corrosión atmosférica plantea (Tomashov, N.D. 1979), con el que coinciden varios investigadores del tema (Echeverría, C.A. et al. 2005; 2006; Echeverría, M. et al. 2007). Este planteamiento tiene gran importancia si se tiene en cuenta que la mayoría de las instalaciones y equipos se encuentran sometidas a la acción de la atmósfera como es el caso de la Batería Central.

Las pérdidas económicas totales (directas e indirectas) por corrosión para Cuba en el año 2007 ascendieron a 1760 millones de pesos. A partir de estas pérdidas económicas, se estima que las pérdidas ocasionadas por la corrosión atmosférica, según criterio anterior, ascienden a 880 millones de pesos. La cifra antes señalada resulta de consideración y justifica la necesidad de la toma de medidas para disminuir las pérdidas por corrosión atmosférica.

1.5 Diseño anticorrosivo.

Por lo general las construcciones metálicas en las condiciones climáticas de Cuba y próximas a la costa norte, presentan afectaciones por corrosión que incrementan los costos del mantenimiento en la protección anticorrosiva, en lo que incide el efecto del aerosol marino y la posible influencia de contaminantes.

Incrementan los efectos corrosivos los problemas de diseño mecánico en estructuras metálicas y las insuficiencias en la preparación de superficies y protección con recubrimiento de pintura, además de la falta de medidas de conservación la preparación del personal encargado de esta actividad de mantenimiento y su organización.

El deterioro de los materiales es muy preocupante para los fabricantes y usuarios, por lo que la conservación de los recursos es un aspecto de suma trascendencia para las economías nacionales. Los problemas que originan la corrosión y degradación tienen que ser infundidos en el ánimo de los profesionales de todas las disciplinas relacionadas con la ingeniería y las ciencias aplicadas (Otero, E. 2000).

(Echeverría et al. 2008), plantea que para conocer los diferentes problemas de diseño anticorrosivo hay que consultar de forma obligada la Norma (UNE-EN ISO 12 944-3 1998), ya que en ella se establecen los criterios básicos de diseño que tienen que cumplirse para prevenir la corrosión. Entre ellos, que las superficies de las estructuras de acero expuestas a los agentes corrosivos deben ser pequeñas en extensión y tener el número más pequeño posible de irregularidades (superposiciones, esquinas, bordes). Además, que las uniones deben ser realizadas preferiblemente mediante soldadura (preferentemente continua), en vez de atornilladas o ribeteadas, para conseguir la superficie más uniforme posible. Sin embargo como se ha destacado en esta norma no se aportan soluciones a los problemas que se relacionan. Destaca lo importante del método: “modificaciones del diseño del sistema o componente”.

Comenta que la etapa de diseño, probablemente sea la fase más importante en el control de la corrosión. Además que los detalles de diseño son críticos para lograr una adecuada protección de la corrosión de larga duración. Sin embargo, no hay

coincidencia con la Norma (UNE-EN ISO 12 944-3 1998), en cuanto a los términos utilizados.

1.6 Tipos y preparación de superficies

Para la elección del método de preparación de la superficie más apropiado en cada caso, es necesario un análisis previo considerando el estado inicial de la superficie a proteger, el material de construcción, el carácter y grado de la suciedad y oxidación. Además de consideraciones económicas, tecnológicas, de ubicación y de disponibilidad de mano de obra especializada (UNE-EN ISO 12 944-4:1998).

Esta es una de las etapas más importantes para que un esquema de pintura logre el desempeño esperado (Fragata, F. 2002; Morcillo, M. 2002; Ochoa, et. at 2005 y Echeverría, C.E. 2005); el cual obedece en un 90 % a la preparación de la superficie que se haga que es la causa de los fallos de los recubrimientos protectores sobre acero en el 60 – 70 % de los casos (Ochoa, et. at 2005). Siempre que se pueda se debe utilizar el método a chorro, por ser el más efectivo, rápido y ofrecer mayor durabilidad (Ochoa, et. at 2005). Al respecto refiere (Morcillo, 2002), que tanto el chorreado como el decapado son los más seguros y efectivos y destaca que: “mejor comportamiento ofrece un recubrimiento de pintura de “baja resistencia” que uno de “alta calidad” si se aplican a superficies deficientemente preparadas”. Esta etapa tiene una doble misión: limpiar la superficie y conferir cierta rugosidad para favorecer el anclaje de la pintura, todo lo cual tiene un objetivo final que es potenciar la adherencia del recubrimiento a la base metálica. Coinciden la mayoría de las fuentes consultadas con la falta de atención a la preparación de superficies (Echeverría, C.A. 2000, Iglesias, E.R 2000, Fragata, F. 2002 y Ochoa, et. at 2005). Mientras mejor es la preparación de superficie, mayor será la durabilidad del sistema, lo que se corrobora del comportamiento de algunos sistemas para ambiente industrial-costero. Una vez realizado el chorreado de arena (sanblasting) o granallado, se requiere una protección inmediata, ya sea mediante la aplicación de fosfatado, una pintura de protección temporal, o una imprimación reactiva (Iglesias, E.R. 2000) . El chorreado no se recomienda en instalaciones turísticas por exigencias ambientales.

El fosfatado penetra a fondo en los resquicios u orificios, convierte el óxido, sella y forma una capa protectora temporal y resistente a deformaciones y a la acción agresiva de la atmósfera, previo a la aplicación del recubrimiento. Puede ser aplicada directamente sobre el metal oxidado o sobre recubrimientos de pintura que muestren partes oxidadas, convierte el óxido y elimina la mancha en la pintura (Ficha Técnica, DISTIN 504.

1.7 Mecanismo de acción de las pinturas anticorrosivas.

Según el (Manual Técnico Hempel.1995.) se plantea tres mecanismos fundamentales de acción de las pinturas.

- Física (Efecto barrera)

Consiste en obtener un recubrimiento impermeable que aplicado sobre el acero, constituya una auténtica barrera contra la penetración de la humedad, el oxígeno y las sales minerales. No se puede decir que los recubrimientos obtenidos mediante pinturas sean absolutamente impermeables, ya que además de las porosidades originadas en la película durante la aplicación, existe la llamada micro porosidad estructural.

Los diversos tipos de resinas, tanto aquellos que reticulan al secar como los que no lo hacen, dejan unos espacios intersticiales o interreticulares que, aunque se intente rellenar con pigmentos de granulometría adecuada para obtener un buen empaquetamiento, no se llegan a eliminar totalmente.

En este caso, aplicando varias capas de pintura a espesores adecuados, no se disminuye la micro porosidad estructural que es inherente al tipo de pintura, pero se dificulta el acceso de los agentes de la corrosión.

A pesar de lo dicho y aunque no se puede hablar de películas de pintura totalmente impermeables, hoy en día existen formulaciones a base de resinas que dan una estructura compacta con un empaquetamiento muy denso y que proporcionan películas de pintura lo suficientemente impermeables.

- Química (Efecto inhibidor)

Otro sistema para proteger el acero contra la corrosión consiste en crear sobre la

superficie unas condiciones químicas que inhiban las reacciones de corrosión, por ejemplo creando un medio alcalino.

Ello se consigue mediante la incorporación a la pintura de determinados pigmentos químicamente activos capaces de reaccionar formando compuestos cuya presencia inhiba las reacciones de corrosión del acero. Es decir, no se impide totalmente el acceso o penetración de los agentes corrosivos, sino que se inhibe su acción. Por este motivo, estos pigmentos reciben el nombre de pigmento inhibidores de la corrosión.

Es un riesgo confiar la protección del acero a este solo efecto y lógicamente se busca combinar el efecto barrera con el de inhibición.

- Electroquímica (Efecto catódico)

Consiste en formar una pila de corrosión con otro metal de mayor potencial que tome el papel de ánodo y sitúe al acero como cátodo; por eso las pinturas ricas en zinc debe poseer una elevada conductividad eléctrica y desarrolla un potencial de electrodo lo más elevado posible.

El mecanismo de acción es el siguiente:

Debido a la baja proporción de aglutinante y a pesar del empaquetamiento compacto del polvo de zinc, las pinturas ricas en zinc recién aplicadas presentan una microporosidad muy elevada.

En estas condiciones, los agentes corrosivos (agua, oxígeno, sales y contaminantes), penetran fácilmente a través de la película, con lo que la pila de corrosión se pone en marcha inmediatamente, provocando la corrosión del zinc, que actúa como ánodo, mientras que el acero asume el papel de cátodo, quedando protegido contra la corrosión.

La corrosión del zinc origina una abundante cantidad de subproductos, especialmente carbonatos, óxidos y oxicluros, según la composición del medio ambiente, la mayoría de los cuales son insolubles en agua. Estos compuestos van rellenando la porosidad de la pintura de zinc, hasta conseguir sellarla completamente, constituyendo una película impenetrable a los agentes corrosivos. A partir de este

momento, la pila de corrosión se detiene y la pintura rica en zinc protege el acero por impermeabilización.

1.8 Sistemas de pinturas protectoras.

La elección de las pinturas incluye varios aspectos (Ochoa, et. at 2005), pero dentro de los más importantes están la durabilidad (en función de la exposición y superficie a proteger), extensión del trabajo a realizar (grandes superficies), condiciones de pintado (temperatura, humedad relativa, pintura previa y tiempo disponible para el pintado) y precio unitario de la pintura (por litro). Habitualmente las pinturas no se aplican en una sola capa, sino que lo hacen en una serie de ellas, cada una de las cuales poseen características específicas que responden a distintos requerimientos (Echeverría, C.A. 2003, Morcillo, M. 2002 y Ochoa, et al. 2005)

Un sistema de pintura está constituido por las siguientes capas:

Imprimación: Capa en contacto directo con el sustrato metálico y sobre la cual recaen dos funciones muy importantes: la adherencia al sustrato metálico y el control de la corrosión. La adherencia está influenciada además por la preparación superficial del sustrato.

Intermedia: Se aplica a continuación de la capa de imprimación y su composición generalmente no difiere de ésta. Su principal misión es aumentar el espesor total del sistema de pintura, de ahí que su requerimiento más importante sea una elevada compatibilidad con las capas de imprimación y acabado.

Acabado: Capa que está en contacto directo con el medio ambiente, por tanto, será la responsable de la resistencia a los agentes atmosféricos: radiación solar, resistencia a la abrasión, lluvia, etc.; además de cumplir exigencias estéticas.

Lo antes expuesto está en concordancia con lo planteado por la Norma (UNE-EN ISO 12944-5:1998) y es criterio compartido de varios autores (Fragata 2002; Rodríguez 2004; Echeverría, C.A. 2003; Ochoa, et al. 2005).

(Ochoa, et al. 2005) considera, que la incompatibilidad entre las pinturas que conforman el sistema, es un factor determinante en la calidad del recubrimiento con pinturas, lo que conduce a defectos. Aspecto este con el que coinciden los autores

consultados (Echeverría, C.A. 2001, y Fragata, F. 2002).

La Norma (UNE-EN ISO 12 944-5:1998), ofrece varios esquemas de pinturas en función de la agresividad corrosiva del medio, cada uno de los cuales define el grado de preparación superficial, tipo de pintura, número de capas, espesor y durabilidad. La durabilidad de un sistema de pintura protector depende de varios parámetros tales como: tipo de sistema de pintura, diseño de la estructura, condición del sustrato antes de la preparación, la efectividad de la preparación de superficie, la calidad de la aplicación y las condiciones de exposición antes y durante la aplicación. Al respecto, se establecen tres niveles de durabilidad de los sistemas de pintura:

Durabilidad Baja: Sistema sin afectación apreciable de 2 a 5 años, **Durabilidad Media:** Sistema sin afectación apreciable en un período de 5 a 15 años y **Durabilidad Alta:** Sistema sin afectación apreciable por un período superior a 15 años (UNE-EN ISO 12 944-5:1998). En la actualidad, los sistemas que más se emplean en Cuba, sobre la base de la literatura consultada, son los de durabilidad Baja, en lo que incide la falta de cultura, experiencia y condiciones de agresividad existente.

1.9 Protección anticorrosiva y conservación adicional.

Como se ha señalado con anterioridad, los sistemas de pinturas no son totalmente resistentes a los medios agresivos y la presencia de problemas de diseño anticorrosivo obliga a emplear en los sistemas protectores una protección adicional.

1.9.1 Materiales compuestos de matriz asfáltica.

Los materiales compuestos están constituidos básicamente por matrices y rellenos. La matriz es, en esencia, el elemento aglomerante y sus propiedades determinan la resistencia a la fatiga, a los efectos del medio, a la temperatura de trabajo, adherencia (Echeverría, M. et al. 2005).

Los rellenos poseen altos valores de dureza, resistencia y módulo de elasticidad, y ayudan a incrementar estas propiedades en los materiales compuestos. La combinación adecuada de la matriz y el relleno originan materiales con mejores

propiedades que las partes que los componen por separado. Algunos rellenos presentan un excelente comportamiento ante la corrosión y ataque de agentes ambientales, por otra parte, los rellenos presentan buenas propiedades mecánicas, en particular, una excelente resistencia mecánica tanto a tracción, como a compresión, flexión, cortadura y resistencia al impacto, lo cual justifica su utilización en estructuras (Echeverría, M. 2007).

Uno de los materiales más utilizados como matriz es el asfalto y una de las formas de mejorar sus propiedades es oxidándolo (Rodríguez et al. 2006; Echeverría, M. et al. 2006).

El Mástique asfáltico DISTIN 403 está especialmente preparado para usarlo en las uniones metal – metal, metal – mortero y metal – hormigón, donde resiste vibraciones sin partir, evitando la penetración de los contaminantes. Sella orificios y protege superficies sometidas a la acción del agua y la humedad.

Ofrece una capa protectora a la superficie, resistente a altas temperaturas, deformaciones por golpes de agua, piedras y a la acción agresiva de la atmósfera. Su espesor estará en dependencia de la aplicación específica que se requiera. El DISTIN 403 L ofrece una capa protectora de la superficie por evaporación del solvente, resistente a altas temperaturas, deformaciones por golpes de agua, piedras, etc. la cual penetra en todas las cavidades e intersticios que puedan existir y protege contra la acción agresiva de la atmósfera. Especialmente preparado como recubrimiento antigraña para la protección de la parte inferior y exterior del piso de los automóviles, contenedores, equipos ferroviarios y en estructuras o pisos en contacto con agua y humedad, impermeabilizando y protegiendo contra la acción microbiana.

1.9.2. Grasas de conservación.

Por sus propiedades probadas durante muchos años en condiciones de alta, muy alta y extrema agresividad corrosiva, las grasas de conservación de consistencias semisólidas y líquidas, DISTIN 314 y DISTIN 314 L han ofrecido excelentes resultados. Un ejemplo de ello es su duración por más de 5 años en la Empresa Comercializadora de Combustibles de Matanzas en similares condiciones. Estos

resultados no se han reportado por otras grasas de importación en evaluaciones realizadas en Cuba a la intemperie y bajo techo (Echeverría, C.A. et al. 2008).

Otras propiedades importantes de estas grasas son su alta resistencia al agua, medios salinos y ácidos, la no afectación a los recubrimientos de pintura y la formación de una capa protectora que se endurece con el tiempo por curado y no se cuartea ni chorrea, resistiendo temperaturas superiores a 80 °C sobre la superficie metálica (Echeverría, C.A. et al. 2008).

La grasa líquida de conservación DISTIN 314 L está especialmente preparada para la protección por proyección de componentes huecos, áreas cerradas, intersticios y otras partes de las estructuras metálicas y equipos en general. Por su composición líquida penetra a fondo, protege las superficies oxidadas y los recubrimientos de pintura. Proporciona una barrera al agua y otros agentes, con resistencia a la corrosión en las condiciones climáticas de Cuba de gran agresividad. La capa que se forma por evaporación del solvente, no se emulsiona, ni chorrea a temperatura ambiente.

1.9.3 Ceras impermeabilizantes.

Como resultado del análisis bibliográfico sobre las ceras impermeabilizantes y abrillantadoras, se concluye que encuentran aplicación en la conservación de los recubrimientos de pinturas, al proporcionarle impermeabilidad al agua, resistencia a la radiación ultravioleta, entre otras propiedades.

1.9.4 Disolución de Fosfatado.

La disolución de fosfatado decapante DISTIN 504 para la preparación rápida de superficies metálicas. Proporciona una limpieza a fondo de la superficie, penetra en los intersticios, convierte el óxido, sella y forma una capa protectora y resistente a deformaciones y a la acción agresiva de la atmósfera. Produce un efecto inmediato al tratar superficies oxidadas, previo a la aplicación de recubrimientos. Puede ser aplicada sobre recubrimientos de pintura que muestren partes oxidadas, convierte el óxido en sales protectoras y elimina la mancha en la pintura. Forma una capa protectora con sales insolubles, se recomienda aplicar recubrimiento después de las 72 horas.

Este producto garantiza la protección temporal de las superficies metálicas en días, semanas e incluso meses, en las condiciones climáticas de Cuba en zonas de agresividad de alta a extrema, en dependencia de las condiciones de almacenamiento.

1.10 Conclusiones parciales.

1. A mayor agresividad del ambiente, se requiere de mayor atención al diseño anticorrosivo, lo que exige de soluciones con técnicas y productos con enfoque de sistemas de protección, existiendo al respecto muy pocas referencias en la bibliografía consultada.
2. La tecnología de los SIPAYC integra el diseño anticorrosivo, la aplicación de recubrimientos y las técnicas de conservación, que tiene que ser desarrollada para cada equipo tecnológico.

Capítulo II Diagnóstico del diseño anticorrosivo, corrosión, protección y conservación.

2.1 Materiales y métodos.

Para el desarrollo del trabajo se realiza un diagnóstico técnico de los materiales, problemas de diseño anticorrosivo, corrosión, protección y conservación que tienen los 4 tanques de venta en la Batería Central de la EPEP Centro, utilizando la fotografía digital para identificar los diferentes tipos de problemas de diseño anticorrosivo y corrosión. Se emplea para ello la Norma ISO 12944: 3: 1998.

2.2 Tanques de Almacenamiento

La Batería Central cuenta con tanques construidos de acero al carbono, los mismos en gran medida durante todo el transcurso de su explotación han estado afectados por el proceso de corrosión.

Así mismo; los grandes tanques soldados de almacenamiento a presión atmosférica tienen que garantizar un sistema de almacenamiento seguro para evitar daños al personal, al equipamiento y al medio ambiente.

En la industria moderna el almacenaje de productos en grandes tanques a presión atmosférica es una práctica muy común, ventajosa y de amplia aplicación, constituyendo un elemento esencial en la producción y comercialización de productos.

2.2.1 Descripción de las partes de un tanque de almacenamiento en la Batería Central.

Se analizan 4 tanques de crudo con una capacidad de 5000m³ cada uno, tienen un diámetro de 22.850m y una altura de 12.014m y están ubicados dentro de una piscina o muros de contención por si ocurre algún derrame del producto.

Los tanques de almacenamiento están compuestos en forma general de las siguientes partes:

- **Casco del tanque:** Constituye el conjunto de planchas o rolos soldados que forman las paredes verticales del tanque. El casco soporta todas las cargas a

las que está sometido el tanque para mantener su integridad física y operar sin riesgos.

- **Sistema contra incendio:** Red de líneas y accesorios destinados a extinguir un incendio en el tanque.
- **Fondo del tanque:** Constituyen el conjunto de planchas horizontales soldadas inferiores que soportan el peso y la estructura del tanque y lo mantienen firmemente apoyado o asentado sobre el terreno.
- **Techos fijo cónicos con múltiples apoyos:** Constituye la cubierta superior del tanque para protegerlo de las inclemencias del tiempo y de otros agentes externos. Están rígidamente acoplados al casco.
- **Muros de contención:** Son las paredes o muros que se construyen alrededor de los tanques para contener los productos en casos de derrames.
- **Cimientos:** Lo constituye la capa de terreno o concreto preparado especialmente para soportar el peso debajo del fondo de los tanques.
- **Venteos:** Son dispositivos o tuberías que permiten el escape controlado de gases y la respiración del tanque.
- **Drenajes:** Sistemas de tuberías y válvulas usadas para evacuar el contenido de los tanques.
- **Escotillas de acceso:** Aberturas practicadas en los tanques para la entrada de personal.

2.3 Diagnóstico de los problemas de diseño anticorrosivo, corrosión, protección y conservación.

La identificación de los problemas de diseño anticorrosivo es el primer paso en el tratamiento anticorrosivo y conservación. Su eliminación atenúa en gran medida los efectos de la corrosión y evita que aparezcan algunos tipos específicos, lo que debe prolongar la vida útil de las instalaciones y equipos.

Se considera que la corrosión electroquímica no uniforme es más peligroso que el daño por corrosión uniforme porque es más difícil descubrir, predecir, y

diseñar un método de prevención contra ella.

A continuación se analizan las diferentes partes del tanques (techo, envolvente y fondo) mencionando los diferentes problemas de diseño anticorrosivo identificados como resultado del diagnóstico realizado, así como los tipos de corrosión que se originan.

2.3.1 Techo de los tanques.

En los techos se encuentran problemas de imperfecciones en la superficie de las soldadura en las planchas que lo conforman, esto trae consigo la formación de orificios y penetración de la humedad y contaminantes sobre las superficies irregulares. Provocando la corrosión electroquímica, atmosférica, no uniforme, intersticial (ver figura 2.1).

En la figura 2.2 podemos identificar problema de retención de humedad, depósitos y agua, que a su vez retienen la humedad, depósitos y agua .Estas condiciones provocan el desarrollo de la corrosión atmosférica mojada, que tiene lugar cuando existe presencia de agua en la superficie. Pero con sólo haber humedad, se produce la corrosión atmosférica húmeda. Ambas se clasifican del tipo de corrosión electroquímica, atmosférica, uniforme. Cuando existe humedad, la presencia de contaminantes, principalmente los cloruros y sulfatos provenientes del aerosol marino, son factores que influyen en la aceleración de la corrosión.



Figura 2.1 Techo.



Figura 2.2 Registro en el techo.

Otro problema de corrosión que se puede apreciar en las figura 2.1 y 2.2 es la corrosión por celdas de aireación diferencial, provocada por la diferencia de concentración de oxígeno entre la superficie donde se encuentra el contaminante y el resto. Esta es también corrosión del tipo electroquímica, atmosférica, pero no uniforme, galvánica por celdas de aireación diferencial. Esta diferencia de concentración, origina una diferencia de potencial, donde el ánodo es la zona donde aparece la acumulación o depósito y el cátodo sus alrededores.

Otro problema de corrosión que se puede encontrar en la figura 2.2 es la corrosión interfacial, siendo esta del tipo electroquímica, atmosférica, no uniforme. La humedad adsorbida penetra a la pintura, al igual que el oxígeno hasta la superficie metálica, pero ambos no pueden provocar el proceso de corrosión de no existir contaminantes sobre la superficie (en este caso existe la influencia del aerosol marino) que aumenten la conductividad en la interface acero – pintura y favorezcan el proceso corrosivo.

También existen problemas con los bordes y las conexiones con pernos y tratamiento de orificios, estos últimos reflejados en la figura 2.2.

Los bordes redondeados son deseables, para posibilitar la aplicación de la capa protectora de modo uniforme y para lograr un espesor de película adecuado sobre bordes agudos. Las capas protectoras en los bordes agudos son también más

susceptibles al deterioro. Por consiguiente, todos los bordes agudos deberían redondearse o biselarse desde el proceso de fabricación y las rebabas en torno a orificios y a lo largo de otros bordes cortantes deberían eliminarse.

Con respecto a las conexiones precargadas como los pernos, tuercas y arandelas se les debe prestar atención especial, en cuanto a la especificación de películas de pinturas, ya que deben protegerse contra la corrosión para obtener la misma durabilidad que la estructura.

El de tratamiento de orificios es un problema de diseño que trae consigo la corrosión en resquicios, que es corrosión de tipo electroquímica, no uniforme. Esta favorece la acumulación de depósitos como los provenientes del aerosol marino y la humedad. En los resquicios tiene lugar la condensación a humedades relativas por debajo del 100 %, ya que se comporta como un capilar y favorece la acumulación y depósitos de contaminantes y la corrosión. La corrosión de este tipo debería normalmente, evitarse mediante el sellado.

En las válvulas de vacío también existen varios problemas de diseño anticorrosivo. Entre ellos las conexiones con pernos, intersticios o resquicios y bordes (Ver figura 2.3). Los problemas a los cuales se han hecho referencia se pueden ver también en la figura 2.4.



Figura 2.3 Válvula de presión y vacío.



Figura 2.4 Salida de gas.

Estos problemas han provocado en ambas figuras el desarrollo de la corrosión de tipo electroquímica, atmosférica, no uniforme y en la figura 2.3 interfacial.

En los techos de los tanques se centra el problema en las uniones soldadas de la baranda con el techo. Debido a que no se le aplica discos de desbastes para emparejar la soldadura y al no aplicar las capas de refuerzo con brocha durante el proceso de pintado, trae como consecuencia la corrosión interfacial y de no recibir el mantenimiento en el tiempo adecuado, esto puede ocasionar la pérdida del material por corrosión, como se muestra en la figura 2.5. Esta figura también muestra componentes huecos (interior inaccesible), estos minimizan la superficie expuesta a la corrosión atmosférica, constituyen una sección especialmente bien adaptada a la protección frente a la corrosión, siempre que se cumpla:

Los componentes huecos sellados deben ser impermeables al aire y la humedad. Con este fin, sus bordes deben sellarse por medio de soldaduras continuas, y cualquier abertura debe estar provista de cubiertas selladas. Durante el ensamblaje de tales componentes, debe ponerse con cuidado para asegurar que no quede agua atrapada.

El planteamiento anterior no se logra en las condiciones de agresividad en Cuba, ya que se ha demostrado que en el interior de perfiles rectangulares huecos, tubos y otros tipos de estructuras (componentes huecos), donde no pueden aplicarse o no se recomienda sistemas de pinturas protectores en su interior, no se logra una protección efectiva a lo largo del tiempo de vida físico de la instalación, situación muy frecuente y que causa el deterioro de instalaciones.



Figura 2.5 Unión de la baranda con el techo.



Figura 2.6 Unión techo-envolvente.

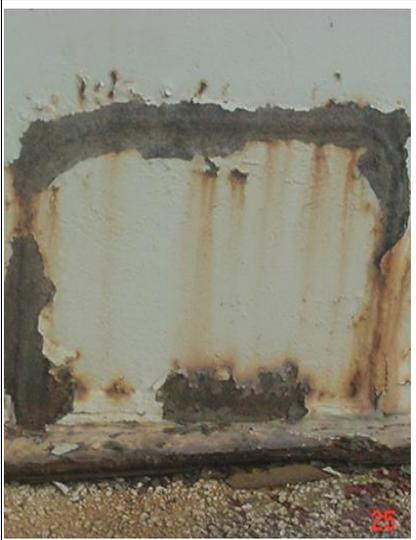
El problema en los bordes, mencionado anteriormente, ha provocado el desarrollo de la corrosión interfacial en la unión techo-envolvente (Ver figura 2.6). Otro de los problemas que existen es el de zona de acumulación y depósito de agua y soldadura, dando lugar a la corrosión atmosférica mojada y como se observa en la figura, las manchas de oxido en el envolvente, afectando estas la pintura y la estética del tanque.

2.3.2 Envolvente de los tanques.

Dentro de los problemas de diseño anticorrosivo en el envolvente de los tanques se encuentra la prevención de la corrosión galvánica en el aterramiento de los tanques. Este problema se puede ver en la figura 2.7.

La prevención de la corrosión galvánica, se puede observar por la presencia de diferentes materiales y en el caso que se analiza lo encontramos en la unión de acero al carbono con aleación de cobre. La corrosión que se genera es del mismo nombre siendo del tipo electroquímica, no uniforme.

En ella el metal más activo actúa como ánodo y sobre el metal menos activo tiene lugar la reducción del agente oxidante y actúa como cátodo. En esto, influye la magnitud de la diferencia de potenciales y la diferencia de áreas entre metales.

		
<p>Figura 2.7 Aterramiento.</p>	<p>Figura 2.8 Cierre del Tanque.</p>	<p>Figura 2.9 Parche soldado a tope.</p>

En las figuras 2.8 y 2.9 se observan problemas de imperfecciones en la soldadura, al cual se hizo referencia anteriormente. Este problema es muy frecuente, ya que posterior a la soldadura se aplica pintura, sin eliminar el óxido y sin descontaminar la superficie. Cuando la superficie queda contaminada antes de pintar, fundamentalmente con cloruros y sulfatos, ya están dadas las condiciones para la corrosión interfacial.

La figura 2.10 muestra problemas de diseño anticorrosivo como, la retención de humedad, depósitos y agua, además de bordes e imperfecciones de soldadura.



Figura 2.10 Caseta de los toma muestra.



Figura 2.11 Refuerzo.



Figura 2.12 Apoyos del sistema contra incendios

Otro de los problemas está en los refuerzos (ver figuras 2.11 y 2.12). Cuando se requieran estos, por ejemplo entre un alma y una pestaña, es esencial que la intersección entre el refuerzo y los componentes colindantes esté soldada a todo alrededor, para prevenir la formación de orificios. El diseño de refuerzos no debería permitir la retención de depósitos ni agua y debe permitir el acceso para la preparación de la superficie y la aplicación de un sistema protector de pinturas. En estas figuras también se pueden ver problemas de retención de depósitos y agua, así como en los bordes y soldadura, estos últimos reflejados también en la figura 2.12. Estos problemas de diseño provocan la corrosión en dichas estructuras. En la figura 2.10 y 2.11 está presente la corrosión interfacial y en la 2.12 corrosión electroquímica atmosférica húmeda y mojada.

Las figuras 2.13, 2.14 y 2.15 muestran problemas en las conexiones con pernos, bordes y orificios, comentados cada uno de ellos anteriormente. El problema de retención de humedad, depósitos y agua se puede observa en la figura 2.15. En la figura 2.13 está presente la corrosión electroquímica atmosférica y también en la figura 2.15, pero en este caso, no uniforme interfacial.



Figura 2.13 Registro.



Figura 2.14 Válvulas.



Figura 2.15 Sistema contra incendio.

2.3.3 Fondo de los tanques.

En el ring se puede ver problemas en los bordes y de retención de humedad, depósito y agua, como se muestran en las figuras 2.16 y 2.17. Además en la figura 2.16 se observa problema de prevención de la corrosión galvánica. También se puede ver como el tanque se encuentra por debajo del fundamento, el cual es construido con mezcla asfáltica.



Figura 2.16 Ring 1.



Figura 2.17 Ring 2



Figura 2.18 Fondo exterior.

En la figura 2.17 se muestra como el problema de los bordes ha provocado la corrosión interfacial.

Por experiencia se puede decir que el fondo exterior de un tanque se ve afectado aproximadamente 1m de la periferia hacia dentro, debido a que ésta zona está expuesta a la penetración de humedad. Aquí la humedad permanece mayor tiempo que en el resto del tanque. La figura 2.18 muestra problemas de corrosión electroquímica, no uniforme, en resquicios, atmosférica húmeda y por celdas de aireación diferencial.

2.4 Conclusiones parciales

1. Los diferentes problemas de diseños anticorrosivos unido a los efectos de los contaminantes atmosféricos, son la principal causa de los problemas de corrosión que se presentan en los tanques.
2. La solución a los diferentes problemas de corrosión que se presentan, requieren de conocimientos sobre cómo eliminar los problemas de diseños anticorrosivos, preparación superficial y de los métodos de protección que deben ser aplicados.
3. En el diagnóstico realizado se detectan problemas en el sistema de pintura con respecto a la preparación superficial.

Capítulo III. Propuesta de sistemas de protección anticorrosiva y conservación.

Como resultado del diagnóstico realizado en los tanques, se logró identificar un grupo de problemas de diseño anticorrosivo, y tipos de corrosión que se presentan en estas instalaciones y que fueron detallados en el capítulo anterior.

En este capítulo se aborda lo referente a las soluciones de los problemas de diseño anticorrosivos mencionados anteriormente, así como los materiales y métodos, que son empleados en la propuesta del Sistema de Protección Anticorrosiva y Conservación (SIPAYC).

3.1 Propuesta de Sistemas de Protección Anticorrosiva y Conservación (SIPAYC).

La norma UNE-EN ISO 12 944 de la 1-8: 1998 resulta ser el documento publicado más completo sobre los sistemas de protección anticorrosiva y conservación, aunque tiene varias insuficiencias.

Las Normas UNE-EN ISO 12 944:1-8, 1998, abarcan desde los estudios para la clasificación del medio, hasta los proyectos de ejecución y mantenimiento, que incluyen el control de la calidad para la protección anticorrosiva, todo ello tratado en el análisis bibliográfico.

El Centro de Estudios de Anticorrosivos y Tensioactivos (CEAT), de la Facultad de Ingenierías de la Universidad de Matanzas ha desarrollado entre otras líneas de investigación, la relacionada con los Sistemas de Protección Anticorrosiva y Conservación (SIPAYC), que abarca componentes, piezas, equipos y estructuras, de acuerdo con una metodología desarrollada que se reporta en (Echeverría, C.A. et al. 2010).

3.2 Clasificación del Ambiente.

En la Norma UNE EN ISO 12944: 2:1998 se establece la clasificación de la atmósfera, además nos podemos guiar por el Mapa de Agresividad Corrosiva de la República de Cuba (Anexo 1). La agresividad corrosiva determina las medidas a

tomar para darle solución a los problemas de diseño anticorrosivo, así como la preparación superficial que se tiene que lograr, el esquema y los espesores de la pintura que se debe aplicar y los productos para la protección anticorrosiva y conservación adicional que se aplican y el tiempo en que resultan efectivos los mismos. Los tanques en Batería Central se encuentran en una atmosfera con gran influencia del aerosol marino cargado de iones cloruros y sulfatos, debido a cercanía al mar.

Las direcciones del viento predominante son de norte al sur, es decir, del mar a la tierra, acelerando de este modo el proceso del depósito de agentes contaminantes en los tanques de Batería Central. Al estar cerca de la costa norte y por la alta presencia de gases corrosivos relacionados con su proceso productivo, según la Norma ISO 12944-2 Clasificación de Ambientes de Corrosividad, le corresponda la categoría máxima, donde manifiestan condiciones combinadas de C5I (máxima en ambiente industrial), con C5M (máxima en ambiente marino).

3.2.1 Diseño Anticorrosivo.

Al analizar la Norma Internacional ISO 12944: 3: 1998 donde se abordan los problemas de diseño en la protección anticorrosiva con pinturas, se aprecia que surte efectos, pero esta aún es insuficiente en las soluciones que propone.

El diseño anticorrosivo de una estructura debe asegurar una buena compatibilidad con sus funciones, estabilidad, resistencia, durabilidad, se construye con un costo aceptable y estéticamente agradable.

- **Imperfecciones en la superficie de la soldadura:** En las irregulares la solución es emparejarla con amoladora y disco de desbaste; posteriormente aplicar un sistema de preparación superficial adecuado antes del sistema de pintura y reforzar con brocha cada capa de pintura.
- **Tratamiento de orificios o resquicios:** Los orificios estrechos, hendiduras ciegas y uniones solapadas se debe proteger con grasa DISTIN 314L (Grasa Líquida Tipo Solvente) y después aplicar mastiques 403 (Mástique Asfáltico Semisólido con goma), correspondientes a los anexos. Además se puede usar uniones mojadas, mientras que la UNE-En ISO 12944-3 sólo aconseja al uso del sellado.

- **Precauciones para prevenir la retención de depósitos y agua:** Las formas de atenuar su efecto una vez creadas son mediante la práctica de orificios de drenaje que faciliten la salida del agua y depósitos, así también, originando superficies inclinadas mediante la aplicación de Mástique Semisólido DISTIN 403 (Ver anexo 12).

En el caso de la figura 2.9 del segundo capítulo, se debe construir el techo de la caseta de forma inclinada para impedir la zona de acumulación.

- **Conexiones con pernos:** La solución es la preparación de la superficie de los pernos, tuercas y arandelas, pintarlos y después colocarlos con mástique semisólido DISTIN 403, para rellenar los orificios que quedan. Una vez que se produzca el apriete, se pintan nuevamente.
- **Prevención de la corrosión galvánica:** La solución es evitar la unión de metales de diferente naturaleza, en el caso del aterramiento de los tanques es inevitable, por tanto se debe realizar una correcta preparación superficial y posteriormente aplicar el esquema de pintura, además de la grasa DISTIN 314 (Grasa Semisólida Conservante y Lubricante) (Ver anexo11).
- **Bordes:** La solución en estos casos es redondear los bordes usando herramientas manuales y mecánicas, que facilite la aplicación de la capa protectora de modo uniforme y se alcancen las especificaciones del espesor y la adherencia del recubrimiento.
- **Componentes huecos:** La solución en este caso es proteger interiormente con Grasa Líquida Tipo Solvente DISTIN 314 L (Ver anexo 10), por atomización, colocando tapones en los accesos y drenajes.

Después de pintar la caseta de los toma muestras, la baranda perimetral del techo y la cámara de espuma, se debe aplicar cera abrillantadora e impermeabilizante DISTIN 603 L (Ver anexo 14).

Los productos DISTIN son de producción nacional que compiten en precio y calidad con otros productos importados similares. El propietario es el CEAT ubicado en la

Universidad de Matanzas, distinguido por la calidad de sus productos, reconocida por laboratorios certificados.

3.2.2 Preparación superficial.

Se propone el lavado de la superficie a tratar, para lo cual se empleará agua a presión con detergentes (HEMPEL`S NAVI WASH 9933) (Ver anexo 6) apropiados o solventes.

Durante las operaciones de preparación de superficie se deberá cumplir con todas las regulaciones y normativas de seguridad industrial vigentes para este tipo de actividad. La preparación de superficie se realizará mediante la aplicación de chorro abrasivo, debiendo lograr en el sustrato el grado de preparación Sa 2½ (limpieza a metal casi blanco) según la Norma ISO 8501-1: 1988 para la Preparación de Superficies de Acero(Ver anexo 2), con una rugosidad equivalente al patrón BN10-BN-11 de Rugotest N° 3, el cual equivale a un perfil de anclaje medio de Ra = 12.5 y 25µ respectivamente y máximo de Rz = 75 y 150µ respectivamente para el Sistema de Pintura a aplicar (Ver anexo 3). Una vez concluido la operación de Chorreado Abrasivo se debe realizar el Soplado de la superficie para eliminar el polvo que queda sobre la misma.

3.2.3 Condiciones Meteorológicas

En el desarrollo de las acciones de Preparación de Superficie y Pintado se tomaran muy en cuenta las condiciones meteorológicas especialmente la lluvia, temperatura, punto de rocío, % de humedad relativa, nivel de los vientos y otros parámetros de interés, todo lo cual afecta la calidad de la preparación de superficie, aplicación, rendimiento de la pintura, etc. (Ver anexo 4.)

Es responsabilidad del Jefe de Brigada o Supervisor de Pintura el control de los parámetros meteorológicos, siendo facultad del mismo detener los trabajos de pintura cuando las condiciones meteorológicas así lo aconsejen.

3.2.4 Pintura exterior.

Todos los tanques de almacenamiento de petróleo crudo o sus derivados de techo fijo se pintarán completamente en toda su superficie exterior y aditamentos. Para la

protección anti corrosiva de los tanques de almacenamiento de petróleo crudo o sus derivados, teniendo en cuenta que están expuestos a un medio de alta corrosividad (ambiente marino-industrial), se aplicará un esquema de pintura resistente a la corrosión existente en el lugar. Se propone un sistema basado en una imprimación de etilsilicato de zinc (estos recubrimientos recién aplicados son porosos, por lo que se deben sellar convenientemente para evitar la aparición de burbujas en las capas siguientes), una capa intermedia de epoxi y un acabado de 2 capas de poliuretano alifático con un espesor total de película seca de 250 μ (Ver anexo 5).

Este esquema de pintura se propone para un tiempo de duración de 5 a 15 años categorizándose de durabilidad media. Este tiempo no es necesariamente un periodo de garantías, pero sirve para poder planificar los periodos de mantenimientos.

En todos los casos la aplicación de sistemas de pintura se realizará siguiendo lo establecido por el fabricante y en base a una recomendación técnica hecha por el personal competente para ello.

Es de carácter obligatorio analizar las fichas técnicas de los fabricantes de cada producto que se vaya aplicar y así garantizar la calidad requerida en la protección de estos equipos. Cualquier problema que se presenta en la ficha técnica de un producto y que pudiera afectar las condiciones de su aplicación a la calidad final del trabajo, debe ser consultado al fabricante. Si la ficha técnica no indica las condiciones de almacenamiento, para pinturas se aconseja a las temperaturas de 3 a 33 °C y en área segura.

La imprimación debe cubrir todo el material y al mismo tiempo uniforme a lo largo de la superficie que va a ser protegida. Además se debe ejecutar un pintado cuidadoso en los lugares que presentan problemas de diseño anticorrosivo de tipo soldadura, bordes y conexiones con pernos (reforzar capa de pintura con la brocha). Se deben respetar los intervalos de aplicación de capas dados en la ficha técnica del fabricante para el material de recubrimiento, o lo que de otro modo, requiera en la especificación.

Se proponen las pinturas siguientes:

Imprimación: HEMPEL`S SILICATO DE ZINC 143 EO (etilsilicato de zinc de 2 componentes de un espesor de película seca de 50 μ) (Ver anexo 7).

El sellado consiste en aplicar sobre el silicato una capa de 30 μ seca de la misma pintura empleada como capa intermedia, pero diluida en un 30 %.

Diluyente: HEMPEL`S THINNER 08700

Intermedia: HEMPADUR MASTIC 45881 (recubrimiento epóxico de 2 componentes con alto contenido de sólido y curado con poliamida), con un espesor de película seca de 100 μ (Ver anexo 8).

Diluyente: HEMPEL`S THINNER 08450

HEMPEL`S TOOL CLEANER 99610 para limpieza de equipos empleados en la aplicación del silicato y la pintura epóxica.

Acabado: HEMPEL`S POLYENAMEL 55100(esmalte de poliuretano brillante de 2 componentes de base isocianato alifático), se aplicarán 2 capas con un espesor de película seca de 35 μ cada una de ellas (Ver anexo 9).

Diluyente: HEMPEL`S THINNER 08880 para dilución del esmalte poliuretano y limpieza del equipo.

Este esquema de pintura cumple con lo establecido en la norma UNE-EN ISO 12 944: 5, 1998, el mismo es **S5.09**.

3.2.4.1 Método de aplicación

- **Air less:** Es muy útil en grandes áreas y es de gran aplicación a nivel industrial. Un solo pintor puede aplicar recubrimientos, en la superficie que 3 operarios del chorreo con abrasivos preparen durante una jornada de labor.
- **Aplicación a brocha:** Las brochas deben ser apropiadas para su fin. Esto es especialmente importante para áreas pequeñas, esquinas, cabezas de remaches, soldaduras y zonas de difícil acceso donde el uso del air less provoca sobre espesores de áreas aledañas.

Supervisión del trabajo de pintado: La ejecución del trabajo debe ser supervisada en todas las etapas. La supervisión debe ser realizada por personal debidamente

cualificado y experimentado. El Jefe de Brigada o Supervisor de Pintura controlará el espesor de película seca a partir de mediciones del espesor de película húmeda que realizará durante la aplicación. (Ver anexo 5)

Toda la supervisión llevada a cabo debe ser registrada para posteriores consultas en caso de fallas que ocurran.

3.2.4.2 Protección del fondo del tanque.

El fundamento de estos tanques está construido con material rocoso, el cual fue compactado y sobre éste se aplicó una mezcla asfáltica. Esto crea una barrera que impide colocar un sistema de protección catódica por ánodo de sacrificio o por corriente impuesta, ya que el intercambio entre estos sistemas y el fondo exterior del tanque estaría afectado. Al no poder aplicar la protección catódica, las planchas no deben pintarse, pues al soldarlas por el interior quedaría afectada esta misma zona por el exterior. El acero con ese recubrimiento quemado por el exterior actuará como ánodo y tendrá que satisfacer la demanda de electrones de la zona anódica, al ser un área pequeña, la intensidad del ataque en ella será mayor.

En la figura 2.16 del capítulo anterior se puede observar como el fundamento del tanque ha cedido y el ring se encuentra por debajo del mismo.

Por estos motivos se propone para la protección del fondo del tanque:

- La construcción de un anillo de hormigón.

Cuando se considera un tanque con cuerpo pesado o alto, accesorios pesados en el borde del tanque impone una severa carga sobre el perímetro del fundamento. El asentamiento del borde o fuera del plano se convierte en un problema. Para contrarrestar la posibilidad de que el tanque se asiente, como se observó en el capítulo 2, se puede construir una pared anular de concreto.

Las ventajas de la pared anular son:

- a) Mejor distribución de la carga bajo el cuerpo en una plataforma más amplia.
- b) Plano nivelado y sólido para soportar el tanque.
- c) Retención del fundamento bajo el resto del tanque (no hay escurrimiento).

d) Minimiza el ingreso de agua bajo el tanque.

La pared anular tiene que ser bien diseñada y adaptada a las condiciones del subsuelo.

- Aplicar mastique asfáltico DISTIN 403 para el sellado entre el ring y el anillo de hormigón.

3.3 Evaluación económica del SIPAYC y pinturas que se proponen.

Los productos DISTIN disponibles en el CEAT de la Universidad de Matanzas corresponden a una patente que para su producción y éxitos necesitan de autoabastecerse, por lo tanto, se encuentra normalizado el área que ofrece protección, un litro o kilogramo de cada producto con su respectivo precio.

A continuación se presentan las tablas de valores calculados de cada área donde se recomienda aplicar DISTIN y/o pinturas

3.3.1 Evaluación del Tanque.

En el tanques se propone la aplicación de los productos DISTIN que se presentan en la tabla y estos costos se presentan en moneda nacional (CUP) acompañado de un cierto valor en moneda convertible (CUC). La unidad métrica de cada producto posee un precio fijo en moneda nacional y convertible el cual se multiplica por el consumo para hallar la inversión necesaria en CUP y CUC.

Tabla 1. Evaluación de aplicación del SIPAYC para un tanque.

Materiales	UM	CU CUP	CU CUC	Consumo	CT CUP	CT CUC
DISTIN 314L	L	3,43	1,12	3,25	11,15	3,64
DISTIN 314	kg	4,21	1,07	1,5	6,32	1,61
DISTIN 403	kg	2,04	0,65	10,5	21,42	6,83
DISTIN 504	L	3,07	0,48	2,5	7,68	1,2
DISTIN 603	L	6,28	0,76	3,75	23,55	2,85
TOTAL					70,12	16,13

Tabla 2. Evaluación de aplicación de Pintura para un tanque. (extraído del Sicenco)
Sicenco: Sistema informativo integral de control y gestión de los centros de costos.

Pinturas	UM	Consumo	Precio unitario	Precio Total
HEMPEL`S SILICATO DE ZINC 143 EO	I	160	12,4	1984
HEMPADUR MASTIC 45881	I	473,4	7,2	3408,48
HEMPEL`S POLYENAMEL 55100	I	262,5	10,31	2706,375
Diluentes				
HEMPEL`S THINNER 08700	I	10	3,95	39,5
HEMPEL`S THINNER 08450	I	45	3,46	155,7
HEMPEL`S TOOL CLEANER 99610	I	225	4,36	981
HEMPEL`S THINNER 08880	I	90	3,06	275,4
HEMPEL`S NAVI WASH 9933	I	175	3,54	619,5
Total				10169,955

Tabla 3 Aplicación de los recubrimientos. (Valores extraídos de carpetas de tanques de 5000m³).

Preparación de superficie y aplicación de los recubrimientos.	Precio
Andamio.	\$15147
Fregado con agua dulce para eliminar sales.	\$1107
Desengrase mecanizado de la superficie.	\$1107
Fregado con agua dulce para eliminar desengrasante.	\$1107
Preparación de superficie grado Sa21/2.	\$8781
Acarreo mecanizado de la granalla	\$6586
Aplicar 1 capa de pintura.	\$1971
Fregado.	\$1107
Aplicar 2 capa de pintura.	\$1971
Aplicar 3 capa de pintura.	\$2592
Total	\$41476

Uno de los aspectos que incide de forma significativa en los costos de la reparación de los tanques de almacenamiento, es sin duda la aplicación de los recubrimientos anticorrosivos.

En la actualidad, los tanques están comenzando a corroerse después de 6 meses de reparados, sobre todo en las zonas donde se presentan los problemas de diseño anticorrosivo mencionados en el capítulo 2; acortándose el tiempo de vida útil de 10 años.

El mantenimiento del tanque actualmente se realiza cada seis meses, con un costo alrededor de los \$ 1050 según el software utilizado en la EPEP-Centro para los costos de mantenimiento (Worker).

Tabla 4 Costo de aplicación inicial de la pintura y mantenimiento en 10 años.

Reparación inicial de Pintura.	\$ 51645,955
Mantenimiento de la pintura.	\$ 21000
Total.	\$ 72645.955

El valor de la reparación inicial de pintura se obtiene de la suma del total de la tabla 2 más el de la tabla 3 y el costo del mantenimiento es la suma de los años que se aplicaría el mismo.

Si se aplican los productos DISTIN y el esquema de pintura propuesto en el sistema de protección anticorrosivo y conservación (SIPAYC) según las normas establecidas, el período de mantenimiento del tanque sería como mínimo cada cinco años.

Tabla 5 Costo de aplicación inicial de la pintura y mantenimiento con los productos DISTIN en 10 años.

Reparación inicial de Pintura con los productos DISTIN	\$ 51732.205
Mantenimiento cada cinco años (pintura y DISTIN)	\$ 4286.25
Total	\$ 56018.455

Si se le incluye al costo de la reparación inicial que muestra la tabla 4 el costo de los productos DISTIN se obtendría el valor inicial de la tabla 5.

En el mantenimiento de los productos DISTIN se tiene en cuenta el 50% de los mismos, asumiendo esto, la tabla 5 muestra el valor del mantenimiento.

Teniendo en cuenta los valores anteriores, el ahorro sería la diferencia entre los valores totales, el cual sería de \$16627.5.

3.4 Conclusiones parciales.

1. La norma (UNE-EN ISO 12944: 1 – 8, 1998), aunque es el único documento que más abarca la solución a los problemas de diseños anticorrosivos, es insuficiente y puede ser mejorada con el empleo de los productos DISTIN de producción nacional.
2. El esquema de pintura propuesto para la instalación está acorde a lo establecido en las normas internacionales para la agresividad imperante, donde la preparación de la superficie juega un papel fundamental.
3. De ponerse en práctica la aplicación adecuada del SIPAYC conjuntamente con los recubrimientos que tradicionalmente se han empleado en Batería Central, teniendo en cuenta los períodos de mantenimientos por cada tanque se logrará un ahorro en 10 años de \$16627.5.

CONCLUSIONES

1. El sistema de protección anticorrosiva y conservación propuesto para los tanques permite disminuir el deterioro por corrosión y cumplir la hipótesis propuesta.
2. El trabajo demuestra que el diseño anticorrosivo tiene gran incidencia en los problemas que se presentan en la instalación y en la solución propuesta también.
3. En los sistemas de protección con recubrimientos, las pinturas constituyen un componente fundamental, siendo los sistemas que mejores resultados ofrecen para atmósferas marinas aquellos que contemplan un primario rico en zinc, una capa intermedia de un epoxi y un acabado de poliuretano con especificaciones de preparación superficial y espesores en correspondencia con la agresividad corrosiva de la atmósfera.
4. De ponerse en práctica la aplicación adecuada del SIPAYC conjuntamente con los recubrimientos que tradicionalmente se han empleado en Batería Central, teniendo en cuenta los períodos de mantenimientos por cada tanque se logrará un ahorro en 10 años de \$16627.5.

RECOMENDACIONES

1. Aplicar el sistema de mantenimiento de protección anticorrosiva y conservación propuesto para la instalación.
2. Atender el control de la aplicación de todos los pasos para la implantación del sistema de protección anticorrosiva y conservación.

BIBLIOGRAFÍA.

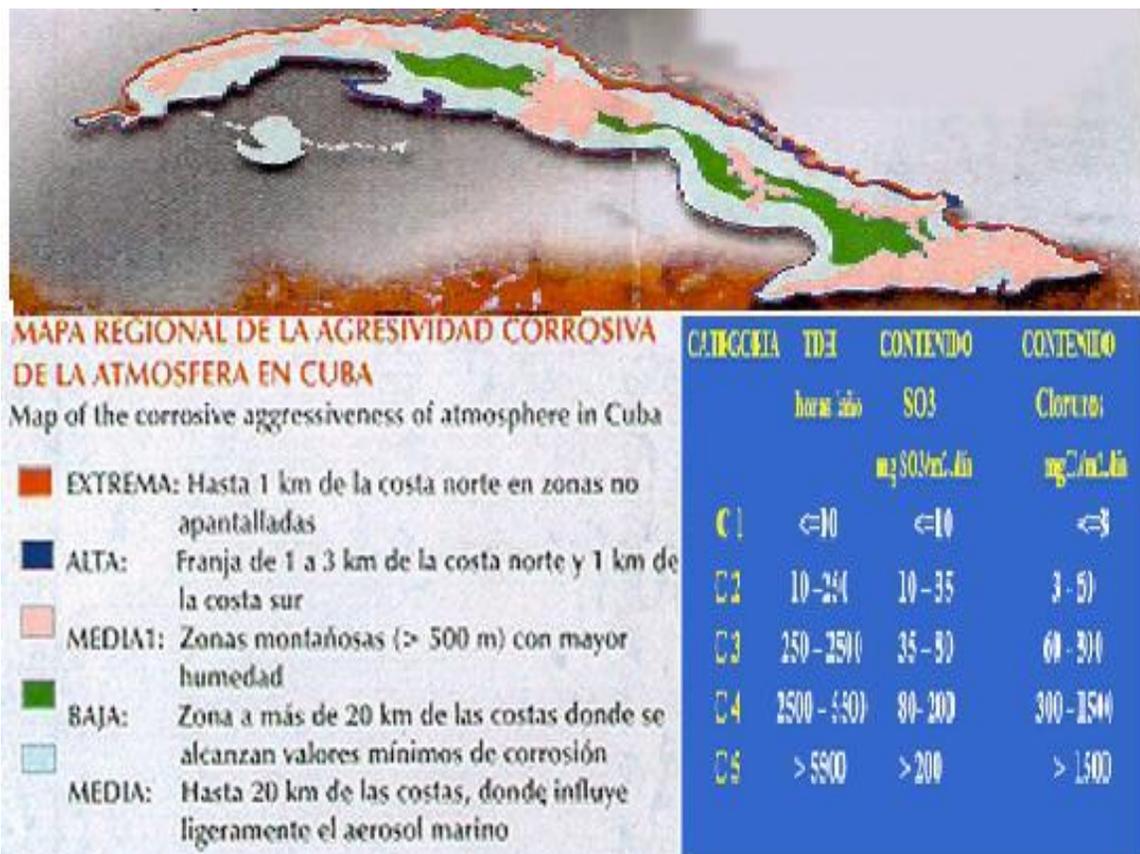
1. Biezna, M., San Cristóbal, J. 2005. Methodology to study cost of corrosion. *Corrosion Engineering, Science and Technology* 40(4): 344-352.
2. Conferencia de Protección Catódica de la Internacional de Protección Catódica. 1997.
3. Corrosión atmosférica EPEP.C. Informe final.
4. Corvo, F. 1980. Estudio de la corrosión atmosférica en el clima tropical húmedo de Cuba. Tesis para optar por el grado científico de Candidato a Doctor en Ciencias.
5. Corvo, F., N. Betancourt, et al. 1995. "Influencia de la salinidad de la atmósfera sobre la corrosión del acero.
6. Corvo, F., N. Betancourt, et al. 2002. "Atmospheric corrosion in the tropics. Experiences obtained after more than 20 years of research in Cuba.
7. Domínguez, J. y otros. 1987. Introducción a la corrosión y protección de metales. LaHabana, Editorial EMPES.
8. Echeverría, C. A. 1991. La corrosión atmosférica del acero y la protección temporal de los centrales azucareros en la provincia de Matanzas.
9. Echeverría, C. A., O. Cortijo, et al. 2000. "Influencia de la corrosión atmosférica en la industria azucarera cubana.
10. Echeverría, C.A. et al. 2001. Estudio de los problemas de corrosión, diseño anticorrosivo y protección en el Complejo Paradiso Puntarenas. Propuesta de soluciones. Matanzas. Universidad de Matanzas.
11. Echeverría, C.A. et al. 2002. Corrosión atmosférica del acero en condiciones climáticas de Cuba. Influencia del aerosol marino. CD Monografías. Matanzas, Universidad de Matanzas.
12. Echeverría, CA., et al. 2003 (b). Estudio de los problemas de corrosión diseño anticorrosivo y protección en el Complejo Paradiso - Puntarenas. Propuesta de soluciones. Informe Final del Contrato Marco entre el Centro de Estudios de Anticorrosivos y Tensoactivos (CEAT), de la Universidad de Matanzas " Camilo Cienfuegos " y el Complejo Hotelero Paradiso - Puntarenas.

13. Echeverría, C.A. et al. 2004. Corrosión atmosférica del acero en la Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos. CD Monografías. Matanzas, Universidad de Matanzas.
14. Echeverría, C.A. et al. 2005. El deterioro por corrosión de instalaciones turísticas. Retos Turísticos 3(2): 21-30.
Echeverría, C.A. et al. 2006. Esclarecimiento de los niveles de deposición de cloruros y sulfatos por diferentes métodos de captación establecidos internacionalmente en la Universidad de Matanzas. CD Monografías. Matanzas, Universidad de Matanzas. ISBN 959 – 16 – 0388 – 6.
15. Echeverría, C.A. et al. 2008. Grasas de Conservación Anticorrosivas Características y Aplicaciones. Parte 1: Primeros desarrollos en la Universidad de Matanzas y en Cuba. CD Monografías. Matanzas, Universidad de Matanzas.
16. Echeverría, C.A. et al. 2010. Los sistemas de protección anticorrosiva y conservación (SIPAYC) y sus aplicaciones. CD Monografías. Matanzas, Universidad de Matanzas.
17. Echeverría, M. et al. 2007. Estudio y evaluación de materiales compuestos de matriz asfáltica modificado con polímeros (MAP) para su aplicación como recubrimientos anticorrosivos. CD Monografías. Matanzas, Universidad de Matanzas. ISBN 959-16-0490-4
18. Espada, L.R. 2005. La corrosividad atmosférica: zonas costeras, de interior y agresivas. 5(1). Disponible en <http://www.nervion.com.mx.web>.
19. Feliú, S. et al. 1971. Principios de corrosión y protección de metales: Corrosión y protección Vol. 2, No 4.
20. Fragata, F. 2002. La pintura como técnica de protección anticorrosiva. Corrosión y protección de metales en las atmósferas de Iberoamérica.
21. Gómez, J. 1999. Estudio corrosivo sobre cuatro metales en estaciones cubanas del proyecto MICAT. Centro de Investigaciones del Petróleo. MINBAS. La Habana: 183.

22. González, J. A. 1989. Control de la corrosión. Estudio y medida por técnicas electroquímicas. Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas. (CNIM).
23. Iglesias, E.R. 2000. Estudios de los problemas de corrosión en sistemas de gas natural en la EPEP-Centro. p. 94.
24. Morcillo, M., E. Almeida, et al. 1998. Corrosión y protección de metales en las atmósferas de Iberoamérica: Parte I-Mapas de Iberoamérica de corrosividad atmosférica
25. Morcillo, M. 2002. Fundamentos sobre protección anticorrosiva de metales en la atmósfera. Corrosión y protección de metales en las atmósferas de Iberoamérica.
26. Morcillo, M., J. A. González, et al. 1999. "Effect of marine aerosol on atmospheric corrosion." *Materials Performance*: 72-77.
27. Mendoza, A. R. and F. Corvo 2000. "Outdoor and indoor atmospheric corrosion of non-ferrous metals.
28. Mertel, J. 1985. Tesis para optar por el grado de Doctor en Ciencias Técnicas,.
29. Norma ISO 8501-1: 1988 para la Preparación de Superficies de Acero.
30. Otero, E. 2000. Corrosión y degradación de materiales. Madrid, Editorial Síntesis S.A.
31. Ochoa et al. 2005. *Pinturas anticorrosivas*. Habana, Empresa Nacional de Pinturas.
32. Recomendación Práctica API 651
33. Rodríguez, M.T. 2004. Formulación y evaluación de imprimaciones epoxys anticorrosivas curables a temperatura ambiente. Departamento de Ciencias Experimentales. Castellón, Universitat Jaume I. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas: 251.
34. Tomashov, N.D. 1979. Theory of corrosion and protection of metals. La Habana. Ed. Revolucionaria.
35. UNE-EN ISO 12 944-1. 1998. Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pinturas protectores. Parte 1: Introducción general.

36. UNE-EN ISO 12 944-2. 1998. Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pinturas protectores. Parte 2: Clasificación de ambientes.
37. UNE-EN ISO 12 944-3. 1998. Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pinturas protectores. Parte 3: Consideraciones sobre el diseño.
38. UNE-EN ISO 12 944-4. 1998. Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pinturas protectores. Parte 4: Tipos y preparación de superficies.
39. UNE-EN ISO 12 944-5. 1998. Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pinturas protectores. Parte 5: Sistemas de pinturas protectores.
40. UNE-EN ISO 12 944-8. 1998. Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pinturas protectores. Parte 8: Desarrollo de especificaciones para trabajos nuevos y mantenimiento.

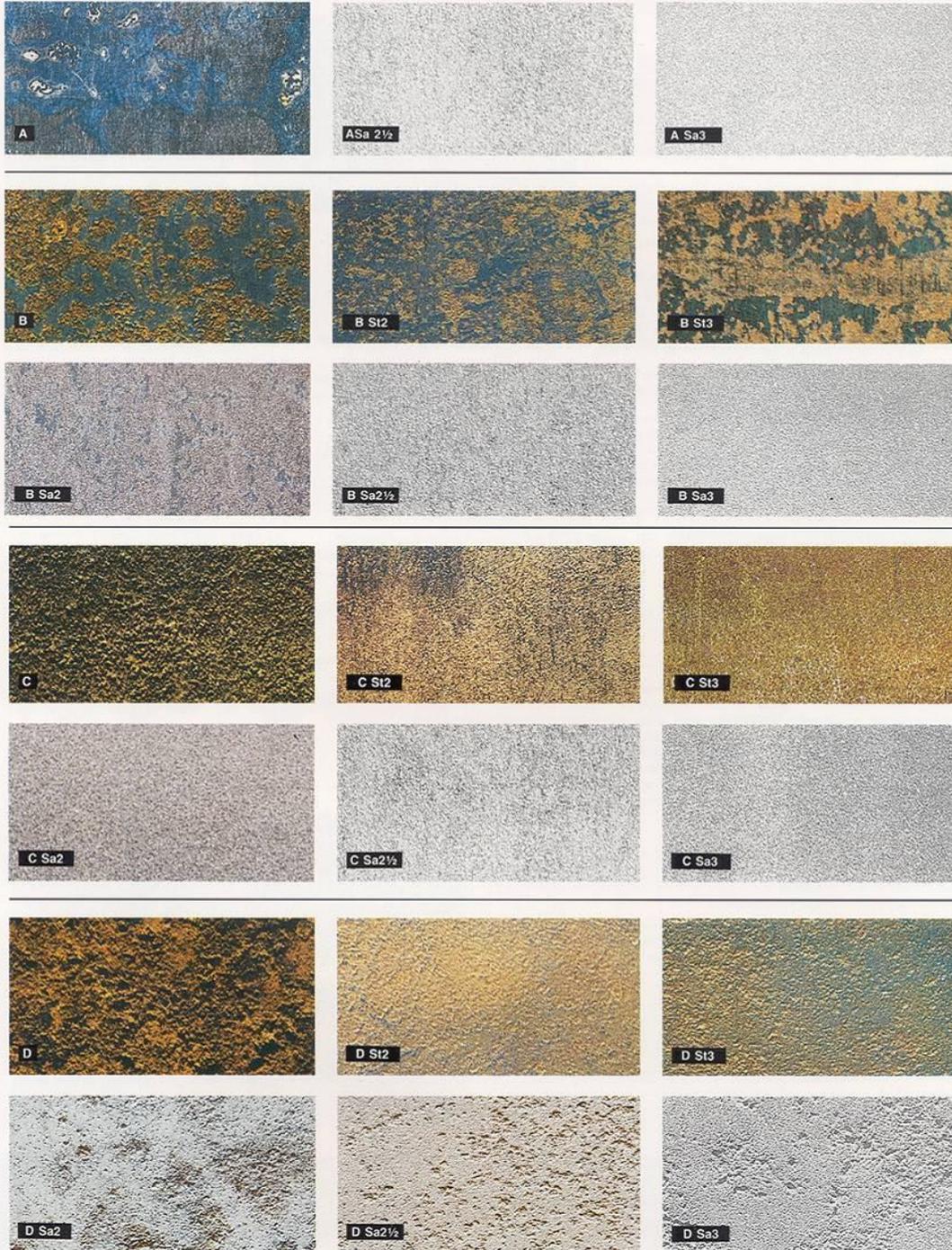
ANEXO 1 Mapa de Agresividad Corrosiva de la Atmósfera de Cuba



ANEXO 2 Patrones comparativos para la preparación de la superficie.

Patrones fotográficos

Patrones orientativos. Los únicos oficialmente válidos son los que figuran en las normas ISO 8501-1 - SIS 055900.



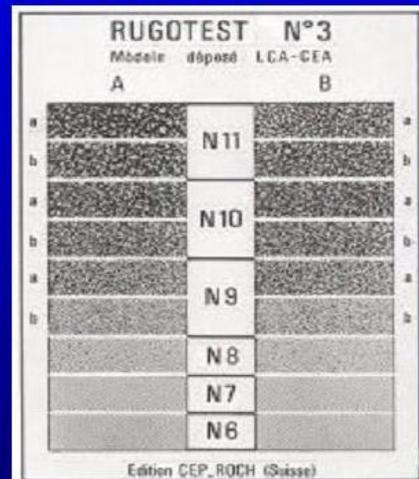
ANEXO 3 Medidores del perfil de anclaje.

Rugosidad

La rugosidad del acero aumenta la adherencia del recubrimiento sobre la superficie donde se aplica.

Patrones de Evaluación Visual :
Rugotest n° 3
Keane Tator Comparator

Grados de Rugosidad :
BN9 al BN11 Rugotest n° 3



Cinta Testex Replica Elcometer 122

Mientras que los comparadores permiten estimar la rugosidad de una superficie mediante el tacto y la vista, la cinta Testex Elcometer 122 permite al usuario medir la altura entre picos y valles del perfil y registrarla.

La cinta Testex Elcometer 122 está formada por espuma con respaldo no comprimible. El lado de espuma se frota en la superficie, con lo que se obtiene un patrón permanente del perfil.

Posteriormente, se utiliza el medidor de espesor Elcometer 124 para medir la altura entre picos y valles del perfil obtenido en la cinta Testex Elcometer 122.

La gama de cintas Testex se suministra para cuatro modelos de perfiles. Es importante que la clase de cinta elegida concuerde con el perfil objeto de medición.



Medidor de espesor Elcometer 124

El medidor de espesor Elcometer 124 se emplea para medir la altura entre picos y valles del perfil de una superficie obtenido con la cinta Testex Elcometer 122.

- Se suministra en versión métrica y británica
- Económico, rápido y fácil de utilizar



ANEXO 4 Equipos para medir las condiciones ambientales.



ANEXO 5 Medidores de espesores de película húmeda y seca.

Peines perforados de aluminio para películas húmedas Elcometer 112AL



Medidor de espesor de película húmeda.



Ficha Técnica

ANEXO 6



HEMPEL'S NAVI WASH 9933S

DESCRIPCION

Agente desengrasante y de limpieza.

USO RECOMENDADO

Para la limpieza y desengrasado de superficies que presenten grasa y suciedad. También para la limpieza de bloques de motores y otras superficies metálicas que deban ser desengrasadas.

PROPIEDADES TECNICAS GENERALES

- Muy efectivo contra la grasa
- Elimina fácilmente todo tipo de suciedad
- Los residuos y productos emulsionados son fácilmente eliminables con agua

DATOS TECNICOS

Color	
Materia activa	Opalescente 00000
Peso específico	58±2%
Punto de inflamación	0.9 Kg/litro
pH	Superior a 66°C, copa cerrada
	9-11 (concentrado)

APLICACION

Método

Aplicar mediante equipos aerográficos de baja presión o brochas.

OBSERVACIONES

Puede usarse como se suministra o bien diluido en agua dulce al 50%. El producto concentrado o ligeramente diluido tiene un efecto disolvente sobre la mayoría de pinturas de secado físico. En casos extremos de contaminación con aceites pesados o con grasas, HEMPEL'S NAVI WASH 9933S diluido al 50% con agua dulce, puede, a pesar de todo, ser adecuado para la limpieza de antiincrustantes autopulimentables y otras pinturas de secado físico. Se recomienda hacer una prueba sobre una pequeña zona representativa, antes de empezar el trabajo. Después de unos 15 minutos, pero antes de 2 horas, limpiar con una manguera toda la superficie con agua dulce. Frotando con un cepillo apropiado se aumentará el efecto limpiante. Cualquier residuo de HEMPEL'S NAVI WASH 9933S dificultará la adherencia posterior de cualquier capa de pintura, por lo que es necesaria su completa eliminación antes de proceder al pintado.

SEGURIDAD

Los envases llevan las correspondientes etiquetas de seguridad, cuyas indicaciones deben ser observadas. Además, deben seguirse las exigencias de la legislación nacional o local. Como regla general, debe evitarse la inhalación de los vapores de disolventes y de la neblina de pintura, así como el contacto de la pintura líquida con la piel y los ojos. Cuando se aplica pintura en espacios cerrados debe facilitarse ventilación forzada, acompañada de la adecuada protección respiratoria, de la piel y de los ojos, especialmente cuando se aplica a pistola.

EDICION

(G) Mayo 2003
(9933S-00000-00901)

Ficha Técnica



ANEXO 7

HEMPEL'S SILICATO DE ZINC 143E0

DESCRIPCION

Recubrimiento inorgánico de zinc-etil-silicato de dos componentes, que contiene disolventes.

USO RECOMENDADO

- Como recubrimiento anticorrosivo para la protección a largo plazo del acero expuesto a ambientes altamente corrosivos.
- Como imprimación anticorrosiva de uso general.

PROPIEDADES TECNICAS GENERALES

- Muy elevada capacidad de protección anticorrosiva del acero a largo plazo
- Excelente resistencia a la intemperie y a la abrasión
- Resistencia química dentro del intervalo de pH 6-9
- Resiste temperaturas de hasta 400°C
- Repintable con productos de clorocaucho, acrílicos, vinílicos, epoxy y poliuretanos
- Indicado en ambientes de elevada humedad
- Excelente adherencia sobre acero debidamente preparado
- Cumple con las normas INTA 16 44 08, UNE 48293 y MIL-P-38336

DATOS TECNICOS

Aspecto	Mate
Color	Gris metálico 19840
Volumen de sólidos	65±2%
Rendimiento teórico	8.7 m ² /litro - 75 micras
Punto de inflamación	18°C, copa cerrada
Peso específico	2.4 Kg/litro
Secaje al tacto	30 minutos aprox a 20°C-75% H.R.
Curado	1 día a 20°C-75% H.R.
Estabilidad	6 meses desde la fecha de producción a 25°C. La vida del producto depende de la temperatura de almacenaje. A temperaturas superiores a 25°C la vida del producto disminuye. No almacenar a temperaturas por encima de los 40°C o inferiores a 5°C.

VOC 544 g/l

APLICACION

	Método	Dilución
	Pistola sin aire	5% máx
	Pistola aerográfica con agitador	5% máx
Proporción de mezcla	BASE 143E9 : POLVO DE ZINC 97170 - 100 : 174.5 Kg (en peso)	
Vida de la mezcla	12 h. a 20°C	
Diluyente	THINNER 08700	
Espesor recomendado	Húmedo: 115 micras Seco: 75 micras	
Intervalo de repintado	Mín: cuando esté completamente curado Máx: no tiene (Ver OBSERVACIONES)	
Limpieza	HEMPEL'S TOOL CLEANER 99610/1o THINNER 08570	
Datos pistola	Diámetro boquilla: 0.019"-0.023" - Presión boquilla: 100 atm	

PREPARACION DE SUPERFICIE Y ESQUEMA RECOMENDADO

Chorro abrasivo hasta el grado Sa 2½ de la Norma ISO 8501.1, como mínimo, con una rugosidad media correspondiente al grado BN10a-BN11 del Rugotest N° 3.

Aplicación: Aplicar sólo cuando la aplicación y el curado puedan tener lugar a temperaturas entre -5°C y 40°C. La humedad relativa debe estar por encima del 60%, como mínimo, siendo recomendable una humedad superior al 70%. En caso de humedades ambientales inferiores a los valores indicados se recomienda rociar repetidamente las superficies una vez secas con agua dulce abundante.

OBSERVACIONES

Temperatura de servicio

Hasta 400°C máx. en exposición a la intemperie.

Si se expone a condiciones de elevada humedad sin posibilidad de evaporación inmediatamente, por ejemplo bajo aislamiento, la temperatura máxima de servicio es de 60°C, aunque en estos casos es necesario recubrir el silicato para evitar una exposición directa a la humedad.

Espesores

Puede especificarse en espesores de película diferentes de los indicados, según la zona a pintar, lo cual afectará el rendimiento, tiempo de secado e intervalo de repintado.

El espesor de 75 micras de película seca indicado anteriormente se recomienda para aplicaciones en capa única, mientras que si el producto debe recubrirse es suficiente aplicar un espesor de 50 micras de película seca (75-100 micras de película húmeda).

Todos los zinc-silicatos recién aplicados son porosos, por lo que se recomienda aplicar una fina capa de pintura selladora, convenientemente diluída, a fin de evitar la formación de defectos en las capas de pintura que deben aplicarse a continuación.

Si el producto ha quedado expuesto a la intemperie durante un intervalo de tiempo prolongado, antes de repintar debe lavarse cuidadosamente la superficie con agua dulce, cepillándola al mismo tiempo con cepillos de cerda vegetal o sintética para eliminar el "óxido blanco" (subproductos de corrosión del zinc) además de la limpieza habitual necesaria para la eliminación del polvo, aceite, grasa, etc. Una vez lavado, el producto debe dejarse secar en profundidad antes de repintar.

Los intervalos de repintado dependen tanto de la temperatura como de la humedad. Las desviaciones de las condiciones standard, pueden acortar o prolongar los mismos.

SEGURIDAD

Los envases llevan las correspondientes etiquetas de seguridad, cuyas indicaciones deben ser observadas. Además, deben seguirse las exigencias de la legislación nacional o local. Como regla general, debe evitarse la inhalación de los vapores de disolventes y de la neblina de pintura, así como el contacto de la pintura líquida con la piel y los ojos. Cuando se aplica pintura en espacios cerrados debe facilitarse ventilación forzada, acompañada de la adecuada protección respiratoria, de la piel y de los ojos, especialmente cuando se aplica a pistola.

EDICION

(G) Octubre 2003

(143E0-19840-00904)

Para la correcta interpretación de esta hoja, ver la "Guía para las Hojas de Características Técnicas". Los datos, recomendaciones e instrucciones que se dan en esta hoja de características corresponden a los resultados obtenidos en ensayos de Laboratorio y en la utilización práctica del producto en circunstancias controladas o específicamente definidas. No se garantiza la completa reproducibilidad de los mismos en cada utilización concreta. El suministro de nuestros productos y la prestación de asistencia técnica quedan sujetos a nuestras CONDICIONES GENERALES DE VENTA, ENTREGA Y SERVICIO y, a menos que se hayan tomado otros acuerdos específicos por escrito, el fabricante y el vendedor no asumen otras responsabilidades que las allí señaladas por los resultados obtenidos, perjuicios, daños directos o indirectos, producidos por el uso de los productos de acuerdo con nuestras recomendaciones. Las hojas de características pueden ser modificadas sin previo aviso. *Marca registrada por HEMPEL.

Ficha Técnica

ANEXO 8



HEMPADUR MASTIC 45880/45881

Para altas temperaturas: CURING AGENT 95881

Para temperaturas medias y bajas: CURING AGENT 95880

DESCRIPCION	Pintura epoxi de dos componentes de capa gruesa y altos sólidos, curada con poliamida. Forma una película dura y tenaz con excelentes propiedades humectantes. Cura a bajas temperaturas.	
USO RECOMENDADO	<ul style="list-style-type: none"> - Como imprimación o capa intermedia y/o como capa de acabado en sistemas epoxi en ambientes moderos y fiertemente corrosivos y cuando se requiere un alto contenido en sólidos. - Como capa de acabado cuando el aspecto final no sea demasiado importante. - Como capa intermedia para evitar burbujas sobre silicatos de zinc (GALVOSIL) o superficies metalizadas. 	
Temperatura de servicio	En seco, máximo: 120°C	
Certificados	Aprobado como no contaminante para cargas de grano por el Newcastle Occupational Health, Gran Bretaña. Ver OBSERVACIONES.	
DATOS TECNICOS	45880	45881
Aspecto	Semi-brillante	
Color	Gris 12170	
Volumen de sólidos	80±2%	
Rendimiento teórico	5.3 m ² /litro - 150 micras	
Punto de inflamación	28°C, copa cerrada	
Peso específico	1.4 Kg/litro	
Secaje al tacto	4 horas a 20°C	3 horas a 30°C
Curado	7 días a 20°C	5 días a 30°C
VOC	215 g/litro	
APLICACION	45880	45881
Proporción de la mezcla	BASE 45889:C.A. 95880 3:1 en volumen	BASE 45889:C.A. 95881 3:1 en volumen
Vida de la mezcla	1 hora a 20°C (pistola sin aire) 2 horas a 20°C (brocha) (Ver INSTRUCCIONES DE APLICACION)	1½ horas a 30°C (pistola sin aire) 2 horas a 30°C (brocha)
Método	Pistola sin aire, Brocha (parcheos)	
Dilución	5% máx según la zona a pintar	
Diluyente	THINNER 08450 (Ver OBSERVACIONES)	
Espesor recomendado	Húmedo: 200 micras Seco: 150 micras (Ver OBSERVACIONES)	
Intervalo de repintado	Ver INSTRUCCIONES DE APLICACION	
Limpieza	HEMPEL'S TOOL CLEANER 99610 o HEMPEL'S THINNER 08450	
Pistola sin aire	Diámetro boquilla: 0.017"-0.023" - Presión boquilla: 250 atm (orientativos)	

45880/45881

PREPARACION DE SUPERFICIE Y ESQUEMA RECOMENDADO

Acero nuevo: Cuando se utilice como capa intermedia o de acabado, la preparación de superficie será la indicada en la ficha técnica de la imprimación HEMPADUR que se aplique previamente. Cuando se utilice como imprimación, de acuerdo con la especificación de pintado. Cuando se utilice como imprimación anticorrosiva integrante de un esquema de alta resistencia deberá chorrear al grado Sa 2½ de la norma ISO 8501.1.

Pintado sobre silicato de zinc o superficies metalizadas: Eliminar aceites y grasas con un detergente apropiado. Eliminar sales y otros contaminantes con agua a presión, si es necesario cepillar con un cepillo de nylon. Se recomienda repintar las superficies metalizadas lo antes posible para evitar su contaminación.

Hormigón: Eliminar todo posible contaminante lavando la superficie con una emulsión limpiadora seguido por un baldeado con agua dulce a presión. Eliminar la lechada de fraguado y otros materiales mal adheridos preferiblemente mediante un chorreado abrasivo, o en su defecto mediante tratamiento mecánico hasta conseguir una superficie uniforme. Sellar la superficie con una imprimación adecuada, p.ej. HEMPADUR SEALER 05970 (ver ficha técnica).

Reparación y mantenimiento: Eliminar aceite y grasa con un detergente adecuado. Eliminar sales y otros contaminantes con agua dulce a presión. Limpiar las áreas dañadas mediante limpieza mecánica al grado St3 (parcheos) o un chorreado abrasivo al grado Sa 2, preferiblemente Sa 2½. Una correcta preparación de superficies mejorará el resultado del HEMPADUR MASTIC 45880/45881. Una alternativa a la limpieza en seco puede ser un chorreado con agua a presión mínimo WJ-2 según (NACE N° 5/SSPC-SP 12). Una ligera reoxidación de la superficie a FR-2 según la HEMPEL Standard es aceptable antes de la aplicación. Lijar los bordes de las áreas colindantes de pintura en buen estado. Eliminar los restos de plomo.

CONDICIONES DE APLICACION

Aplicar sólo sobre superficies limpias y secas con una temperatura por encima del punto de rocío para evitar condensaciones. Usar sólo cuando la aplicación y el curado puedan tener lugar a temperaturas superiores a los -10°C para 45880 y 25°C aprox para 45881. La temperatura de la pintura debe encontrarse a unos 15°C para asegurar una buena aplicación. Se recomienda aplicar a una temperatura entre 18-22°C cuando se aplica a pistola para garantizar un resultado óptimo. En climas cálidos es aconsejable almacenar la pintura en lugares frescos. Se recomienda una ventilación adecuada cuando la aplicación y el secado se realice en espacios cerrados. Cuando se necesita un secado rápido a bajas temperaturas el 45880/45881 puede ser reemplazado por HEMPADUR 45143. Ver INSTRUCCIONES DE APLICACION.

reemplazado por

En superficies con picaduras de óxido, la gran acumulación de residuos salinos en el interior de las mismas, puede requerir hidrolimpieza a alta presión o alternativamente, chorreado abrasivo en seco, lavado con agua a presión, secado y nuevo chorreado en seco.

CAPAS PRECEDENTES CAPAS SUBSIGUIENTES

Ninguna o de acuerdo con la especificación.
Ninguna o de acuerdo con la especificación.

OBSERVACIONES

Colores

Los colores con plomo pueden alterarse cuando se expongan a ambientes que contengan sulfuros. Como todo recubrimiento epoxi, calea y amarillea con el tiempo y es más sensible a los daños mecánicos y al ataque químico cuando son expuestos a altas temperaturas.

Espesor recomendado

Puede ser especificado a un espesor distinto del indicado según la zona a tratar. Esto puede alterar el rendimiento y puede influir en el tiempo de secado y repintado del producto. El espesor recomendado es 125-200 micras secas. Puede especificarse a espesores inferiores al indicado diluyendo el producto, ver INSTRUCCIONES DE APLICACION. **Evitar espesores excesivos de película.**

Aplicación sobre silicato de zinc o superficies metalizadas

Se recomienda aplicar HEMPADUR MASTIC 45880 según el procedimiento "mist-coat" con una temperatura de aprox 20°C: Aplicar una capa fina, sin diluir y después de unos minutos aplicar una segunda capa completa según el espesor especificado. Si la temperatura de la pintura es inferior a 20°C, diluir un 15% máx si es necesario.

Nota:

HEMPADUR MASTIC 45880 es solamente para uso profesional.

SEGURIDAD

Los envases llevan las correspondientes etiquetas de seguridad, cuyas indicaciones deben ser observadas. Además, deben seguirse las exigencias de la legislación nacional o local. Como regla general, debe evitarse la inhalación de los vapores de disolventes y de la neblina de pintura, así como el contacto de la pintura líquida con la piel y los ojos. Cuando se aplica pintura en espacios cerrados debe facilitarse ventilación forzada, acompañada de la adecuada protección respiratoria, de la piel y de los ojos, especialmente cuando se aplica a pistola.

EDICION

(G) Febrero, 2000

(45880-12170-CO006/45881-12170-CS002)

Para la correcta interpretación de esta hoja, ver la "Guía para las Hojas de Características Técnicas". Los datos, recomendaciones e instrucciones que se dan en esta hoja de características corresponden a los resultados obtenidos en ensayos de Laboratorio y en la utilización práctica del producto en circunstancias controladas o específicamente definidas. No se garantiza la completa reproducibilidad de los mismos en cada utilización concreta. El suministro de nuestros productos y la prestación de asistencia técnica quedan sujetos a nuestras CONDICIONES GENERALES DE VENTA, ENTREGA Y SERVICIO y, a menos que se hayan tomado otros acuerdos específicos por escrito, el fabricante y el vendedor no asumen otras responsabilidades que las allí señaladas por los resultados obtenidos, perjuicios, daños directos o indirectos, producidos por el uso de los productos de acuerdo con nuestras recomendaciones. Las hojas de características pueden ser modificadas sin previo aviso. *Marca registrada por HEMPEL.

Ficha Técnica

ANEXO 9



HEMPEL'S POLYENAMEL 55100

Curing Agent 955E0

DESCRIPCION

Esmalte de poliuretano brillante de dos componentes a base de isocianato alifático, con una excelente retención de brillo y color.

USO RECOMENDADO

Esmalte de acabado brillante de elevada calidad sobre una gran variedad de sustratos como acero, aluminio, fibra de vidrio, poliéster reforzado con fibra de vidrio, madera, etc, cuando se desea un acabado de elevada calidad en ambientes altamente agresivos.

Temperatura mínima de curado: -10°C

Temperatura de servicio Máxima en seco: 120°C (Ver OBSERVACIONES)

Certificados Clasificado como Clase M1 según la norma UNE 23 727 90

DATOS TECNICOS

Aspecto	Muy brillante
Color	Blanco 10000 Otros según carta de colores
Volumen de sólidos	52±2%
Rendimiento teórico	15 m ² /litro por capa a 35 micras
Punto de inflamación	31°C
Peso específico	1.3 Kg/litro
Secaje superficial	2½ horas aprox a 20°C
Secaje al tacto	4-5 horas a 20°C
Curado	7 días a 20°C
VOC	440 g/litro

APLICACION

Método	Pistola sin aire	Pistola aerográfica	Brocha
Dilución	Ver OBSERVACIONES	Ver OBSERVACIONES	5% máx
Pistola sin aire	Boquilla: 0.017"-0.019" - Presión: 75-100 atm (datos orientativos)		
Diluyente	THINNER 08880		
Limpieza de utensilios	HEMPEL'S TOOL CLEANER 99610		
Proporción de mezcla	BASE 55109;CURING AGENT 955E0 - 4:1 en volumen		
Vida de la mezcla	2 horas a 20°C		
Espesor	Húmedo: 75 micras	Seco: 35 micras	
Intervalo de repintado	Mín: 8 horas a 20°C	Máx: Ver OBSERVACIONES	

55100

CONDICIONES DE APLICACION Y CURADO

La superficie debe estar completamente limpia y seca y su temperatura debe estar por encima del punto de rocío para evitar condensaciones. Temperatura mínima para un buen curado: -10°C. Si la superficie ha estado expuesta a una temperatura por debajo de los 0°C, debe evitarse el riesgo de hielo sobre la misma lo cual perjudicaría la adherencia. La lluvia, una alta humedad (superior a 75%) y la condensación durante la aplicación y las 16 horas posteriores a la misma pueden afectar la formación de película.

CAPAS PRECEDENTES

HEMPADUR HI-BUILD 45200/45201, HEMPADUR 45304, HEMPADUR MASTIC 45880 o de acuerdo con la especificación.

CAPAS SUBSIGUIENTES

Ninguna.

OBSERVACIONES

Colores

Algunos colores rojos y amarillos sin plomo pueden decolorarse cuando se exponen a atmósferas que contienen cloro.

Los colores conteniendo pigmentos con plomo pueden sufrir decoloración cuando se exponen a atmósferas sulfurosas.

Para obtener una perfecta opacidad puede aplicarse una capa extra si es necesario, especialmente con colores sin plomo como el rojo, naranja, amarillo y verde.

Temperatura de servicio

A una temperatura superior a los 100°C puede sufrir decoloración.

Espesor

Puede especificarse a otros espesores, pero ello alterará el rendimiento y puede influir en el secaje y en los intervalos mínimos de repintado. Los espesores habituales son de 30-40 micras.

Dilución

El tipo y cantidad de diluyente dependerá de las condiciones de aplicación y método, temperatura, ventilación y sustrato.

Pistola sin aire: Se recomienda un 15-20% de dilución. En condiciones extremas puede diluirse un 25% si es necesario para obtener una satisfactoria formación de película.

Pistola convencional: Diluir a una viscosidad de 17-20 s/DIN 4 (aprox 35% en volumen). Aplicar a una presión de aire baja y una boquilla pequeña.

Para obtener los mejores resultados con cualquiera de los dos tipos de aplicación, aplicar una primera ligera capa de HEMPEL'S POLYENAMEL 55100 seguida a los 2-15 minutos de una capa completa para conseguir una formación de película correcta. No exceder los espesores recomendados.

Intervalos de repintado y tiempo de secaje/curado:

Temperatura sustrato		-10°C	0°C	10°C	20°C	30°C
Secaje al tacto, aprox		45 horas	20 horas	9 horas	5 horas	3 horas
Resistencia a condensaciones o ligeras llluvias		(7 días)	3 días	32 horas	16 horas	12 horas
Curado completo, 70% H.R.		(2 meses)	32 días	14 días	7 días	5 días
Repintado consigo mismo	Mín.	3 días	1½ días	16 horas	8 horas	6 horas
	Máx.*	(6 meses)	(6 meses)	(6 meses)	3 meses	2 meses

Notas:

*El intervalo de repintado máximo se refiere a superficies expuestas a condiciones atmosféricas muy severas, fuerte condensación, variaciones importantes de temperatura, ataques químicos o abrasivos durante la vida del sistema de pintado. Bajo otras condiciones no tiene intervalo máximo de repintado.

Para una correcta adherencia es necesario que la superficie esté completamente limpia, especialmente con el intervalo de repintado es prolongado. Debe eliminarse la suciedad, el aceite y la grasa con un detergente apropiado. Las sales deben ser eliminadas con agua dulce a presión. Puede realizarse un test de limpieza para asegurar la cualidad de la misma antes del repintado.

Si se excede el intervalo máximo de repintado es necesario conferir rugosidad a la superficie para asegurar la adherencia entre capas. Si se repinta con otro producto el intervalo máximo de repintado será de 1-3 días (20°C) según el producto.

El CURING AGENT 95370 es sensible a la humedad, por lo que debe almacenarse en locales secos y mantener los botes herméticamente cerrados hasta el momento de su utilización. Abrir los envases con precaución puesto que puede haber sobrepresión. La presencia de agua en la mezcla puede reducir la vida de la misma y provocar defectos en la película.

HEMPEL'S POLYENAMEL 55100 es sólo para uso profesional.

SEGURIDAD

Los envases llevan las correspondientes etiquetas de seguridad, cuyas indicaciones deben ser observadas. Además, deben seguirse las exigencias de la legislación nacional o local. Como regla general, debe evitarse la inhalación de los vapores de disolventes y de la neblina de pintura, así como el contacto de la pintura líquida con la piel y los ojos. Cuando se aplica pintura en espacios cerrados debe facilitarse ventilación forzada, acompañada de la adecuada protección respiratoria, de la piel y de los ojos, especialmente cuando se aplica a pistola.

EDICION

(G) Setiembre 2003

(55100-10000-00504)

Para la correcta interpretación de esta hoja, ver la "Guía para las Hojas de Características Técnicas". Los datos, recomendaciones e instrucciones que se dan en esta hoja de características corresponden a los resultados obtenidos en ensayos de Laboratorio y en la utilización práctica del producto en circunstancias controladas o específicamente definidas. No se garantiza la completa reproducibilidad de los mismos en cada utilización concreta. El suministro de nuestros productos y la prestación de asistencia técnica quedan sujetos a nuestras CONDICIONES GENERALES DE VENTA, ENTREGA Y SERVICIO y, a menos que se hayan tomado otros acuerdos específicos por escrito, el fabricante y el vendedor no asumen otras responsabilidades que las allí señaladas por los resultados obtenidos, perjuicios, daños directos o indirectos, producidos por el uso de los productos de acuerdo con nuestras recomendaciones. Las hojas de características pueden ser modificadas sin previo aviso. *Marca registrada por HEMPEL.

ANEXO 10

Centro de Estudios de Anticorrosivos y Tensioactivos. Universidad de Matanzas
"Camilo Cienfuegos". Km 3 ½ Autopista a Varadero. Matanzas.



FICHA TÉCNICA DISTIN 314 L

Grasa Líquida Tipo Solvente.

Es una grasa especialmente preparada para la protección por proyección de componentes huecos, áreas cerradas, intersticios y otras partes de las estructuras metálicas de los equipos del transporte, contenedores, puentes, estructuras en edificaciones, etc. Por su composición líquida penetra a fondo, protege a las superficies oxidadas de tuberías, laminados y perfiles almacenados a la intemperie. Proporciona impermeabilidad al agua en superficies oxidadas, con resistencia a la corrosión en condiciones climáticas de alta, muy alta y extrema agresividad. La capa que se forma por evaporación del solvente, resiste el contacto con agua, no se emulsiona, ni chorrea a temperatura ambiente. No afecta los recubrimientos de pintura. No se inflama, en contacto con la llama de soplete oxiacetilénico, una vez formada la capa libre del solvente.

Método de Protección:

- **Proyección:** Es el método de aplicación que se recomienda.
- **Inmersión:** Se introducen las piezas que se quieren proteger en la grasa líquida, pero no es el más recomendado.
- **Brocha o frotado:** Se emplea este método cuando no existen condiciones para los anteriores.
- **Rendimiento:** Se corresponde con el generalmente establecido para líquidos de 8 a 10 m² /Litro.

Protección Anticorrosiva:

El recubrimiento formado toma el espesor por proyección por capas, proporciona una protección temporal de las superficies metálicas por años en las condiciones climáticas de alta, muy alta y extrema agresividad, propias de las zonas marítimas. Resiste la acción del agua, no se emulsiona por contacto. Se recomienda más de una capa por proyección. Existen experiencias de su aplicación en la conservación de componentes huecos y áreas cerradas. Pasó el ensayo de Resistencia a la humedad y Temperatura con condensación constante durante 1600 horas, sobre probetas de acero de bajo contenido de carbono por la norma UNE – EN – ISO 6 270: 06 y DIN 50017: 82, y el ensayo de Resistencia a la niebla salina durante 500 horas por la norma ISO 9 227: 07, sin afectaciones. Estos ensayos se realizaron por el Laboratorio LABET.

Condiciones de Conservación:

- **Intemperie:** Resiste la acción de la radiación solar que chorrea a muchas grasas, resiste años en la conservación de superficies en dependencia de la agresividad del medio y el número de capas.
- **ajo techo:** Garantiza la protección temporal por más de 3 años y resiste el ataque de microorganismos causantes de la corrosión microbiológica.
- **Almacén cerrado:** Garantiza más de 5 años con las mismas características que bajo techo.

Aplicaciones derivadas de sus propiedades:

Por sus características está especialmente formulada para la conservación de materiales oxidados que permanecen almacenados a la intemperie y en la conservación estructural en componentes huecos, áreas cerradas y zonas inaccesibles de estructuras metálicas no pintadas, donde incluye parte inferior de contenedores, edificaciones, puentes, instalaciones industriales, ya que al ser aplicada penetra a fondo formando una capa protectora, lubricante y estable que no se endurece y proporciona una alta impermeabilidad al agua.

Transportación y Almacenamiento:

El producto puede ser suministrado en tanques de 220 litros o plásticos de 20, 5 y 1 litro y otras capacidades en función de los requerimientos del cliente. En estas condiciones se garantiza varios años sin afectación del producto exceptuando la evaporación del solvente por deficiente hermeticidad.

Aclaración al cliente:

Se agradece nos solicite cualquier información adicional para éstas u otras aplicaciones.

Dirección: CEAT Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos" Km 3.5 Autopista a Varadero,

Matanzas, Cuba. Teléfono: 261013 Ext. 326. E.Mail: carlos.echeverria@umcc.cu.

ANEXO 11

Centro de Estudios de Anticorrosivos y Tensoactivos. Universidad de Matanzas

“Camilo Cienfuegos”. Km 3 ½ Autopista a Varadero. Matanzas.

CEAT

FICHA TÉCNICA DISTIN 314

Grasa Semisólida Conservante y Lubricante.

Es una grasa especialmente preparada para la protección y lubricación de cables, bornes y válvulas. Proporciona una gran impermeabilidad al agua en superficies oxidadas, no oxidadas o con recubrimiento, con resistencia a la corrosión en condiciones climáticas de alta, muy alta y extrema agresividad. Resiste el contacto con agua de mar, no se emulsiona, ni chorrea a temperatura ambiente. No afecta los recubrimientos de pintura y le proporciona una protección adicional por formación de una capa impermeable a los agentes agresivos.

Es un producto derivado de la oleoquímica, biodegradable, que no contamina al medio por emulsión en contacto con los líquidos. No se inflama en contacto con la llama de soplete oxiacetilénico.

Método de Aplicación:

- **Proyección:** Pudiera aplicarse de prepararse líquida, se oferta una grasa líquida con estas características.
- **Inmersión:** Se introducen las piezas que se quieren proteger en la grasa fundida que posee una alta estabilidad coloidal, lo que permite fundirla en repetidas ocasiones, sin separar el aceite.
- **Brocha o frotado:** Se emplea este método principalmente para la protección y lubricación de cables de acero, aunque puede ser aplicada a otros componentes o piezas que lo requieran.
- **Rendimiento:** Para la aplicación de la grasa en forma líquida cuando está fundida, el rendimiento es de 8 a 10 m² /Kg a unos 100 ° C. En la

preparación de superficies por frotado o brocha depende del espesor.

Protección Anticorrosiva:

Garantiza la protección temporal de las superficies metálicas por años en las condiciones climáticas de alta, muy alta y extrema agresividad, propias de las zonas marítimas. Resiste la acción del agua de mar, no se emulsiona por contacto y no contamina las aguas por este efecto. Pasó el ensayo de Resistencia a la humedad y Temperatura con condensación constante durante 1600 horas, sobre probetas de acero de bajo contenido de carbono por la norma UNE – EN – ISO 6 270: 06 y DIN 50017: 82, y el ensayo de Resistencia a la niebla salina durante 500 horas por la norma ISO 9 227: 07, sin afectaciones. Estos ensayos se realizaron por el Laboratorio LABET.

Condiciones de Conservación:

- **Intemperie:** Resiste la acción de la radiación solar que chorrea a muchas grasas, resiste años en la conservación de superficies en dependencia de la agresividad del medio.
- **Bajo techo:** Garantiza la protección temporal por más de 5 años y resiste el ataque de microorganismos causantes de la corrosión microbiológica.
- **Almacén cerrado:** Garantiza de 5 a 10 años con las mismas características antes apuntadas.

Aplicaciones derivadas de sus propiedades:

Al ser aplicada penetra a fondo formando una capa protectora, lubricante y estable que no se endurece y proporciona una alta impermeabilidad al agua. Está especialmente formulada para la protección y lubricación de cables, vástagos de válvulas, etc., aunque puede ser utilizada además en la conservación de equipos, partes y piezas, con superficies oxidadas, ya que penetra el óxido y protege, no afectando además a las pinturas.

Transportación y almacenamiento:

El producto puede ser suministrado en tanques de 220 litros o cubetas plásticas de 17 Kg y otras capacidades. En estas condiciones se garantiza varios años sin afectación del producto.

Aclaración al Cliente:

Se agradece nos solicite cualquier información adicional para éstas u otras aplicaciones.

Dirección: CEAT Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos” Km 3.5 Autopista a Varadero,

Matanzas, Cuba. Teléfono: 261013 Ext. 326. E.Mail: carlos.echeverria@umcc.cu

ANEXO 12

Centro de Estudios de Anticorrosivos y Tensoactivos. Universidad de Matanzas

“Camilo Cienfuegos”. Km 3 ½ Autopista a Varadero. Matanzas.



FICHA TÉCNICA DISTIN 403

Mástique Asfáltico Semisólido con goma

Mástique asfáltico de consistencia semisólida con goma, de alta flexibilidad, resistencia a la corrosión y adherencia, especialmente preparado para las uniones metal – metal, metal – mortero y metal – hormigón, donde resiste vibraciones sin partir, evitando la penetración de los contaminantes. Sella orificios y protege superficies sometidas a la acción del agua y la humedad. Ofrece una capa protectora a la superficie, resistente a altas temperaturas, deformaciones por golpes de agua, piedras y a la acción agresiva de la atmósfera. Su espesor estará en dependencia de la aplicación específica que se requiera, tanto para sellar cavidades, formar recubrimientos, etc. Especialmente preparado para sellar orificios.

Modo de Aplicación:

- **Proyección:** Pudiera aplicarse cuando se prepara de forma líquida, en este caso se recomienda el producto DISTIN 403 L.
- **Esparcimiento:** Se recomienda el esparcimiento con espátula del producto en frío o en caliente donde mejora la aplicación.

Para aplicar este producto es necesario desengrasar, eliminar el polvo y los óxidos desprendibles. Puede ser aplicado directamente sobre superficies fosfatadas y secas con DISTIN 504.

- **Rendimiento:** Como es un producto semisólido que puede aplicarse con diferentes espesores de recubrimiento, ello determina el rendimiento del productos.
- **Protección Anticorrosiva:** Garantiza la protección anticorrosiva durante años,

por ser un producto flexible, asimila las vibraciones, no parte. Tiene alta resistencia a la humedad de la atmósfera en las condiciones climáticas de Cuba, es resistente al biodeterioro.

Condiciones de Protección:

- **Intemperie:** Por ser un producto elaborado con goma se ve afectado por la radiación ultravioleta, aunque se tienen resultados de protección sin afectaciones sobre acero por períodos de hasta 5 años.
- **Bajo techo:** Garantiza la protección por un mayor período.

Almacenamiento: El producto debe ser almacenado en cajas de cartón, para facilitar su aplicación. No cambia sus propiedades con el tiempo.

Medidas de protección: Por ser un producto semisólido elaborado con asfalto oxidado y goma entre otras materias primas, estos productos le confieren combustibilidad, por tal motivo cuando se trabaje con oxicorte o sopletes, debe ser retirado con espátula y colocado nuevamente en caliente.

Comuníquese: Teléfono: 261013 Ext. 326. Fax: 253101 E.Mail:

merca.ceat@umcc.cu, o comercial.ceat@umcc.cu

ANEXO 13

Centro de Estudios de Anticorrosivos y Tensoactivos. Universidad de Matanzas

“Camilo Cienfuegos”. Km 3 ½ Autopista a Varadero. Matanzas.



FICHA TÉCNICA DISTIN 504

Disolución de Fosfatado Decapante Acción Rápida

Disolución de fosfatado decapante para la preparación rápida de superficies metálicas. Proporciona una limpieza a fondo de la superficie, penetra en los intersticios, convierte el óxido, sella y forma una capa protectora y resistente a deformaciones y a la acción agresiva de la atmósfera. Produce un efecto inmediato al tratar superficies oxidadas de chapas, accesorios, piezas, equipos del transporte, etc., previo a la aplicación de recubrimientos. Puede ser aplicada sobre recubrimientos de pintura que muestren partes oxidadas, convierte el óxido y elimina la mancha en la pintura. Forma una capa protectora con sales insolubles, requiere del enjuague y secado posterior si va a aplicar algún recubrimiento antes de las 72 horas. El recubrimiento penetra en la capa de fosfato logrando un excelente anclaje.

Modo de Aplicación:

- **Proyección:** Pudiera aplicarse en áreas de difícil acceso, pero no resulta el método más adecuado por su carácter ácido, que requiere de protección.
- **Inmersión:** Se introduce la pieza desde 5 a 15 minutos en dependencia del grado de oxidación de la superficie a tratar, lográndose un alto rendimiento del baño, no requiere enjuague ni neutralización posterior si se espera al menos 72 horas para completamiento de la reacción.
- **Frotado:** Se emplea este método cuando no pueden ser empleado el método de inmersión, sobre todo en estructuras montadas, en el tratamiento de superficies oxidadas. Se recomienda para el aluminio y el zinc frotados ligeros.

Para aplicar este producto es necesario desengrasar, eliminar el polvo, los óxidos desprendibles y descontaminar con agua.

- **Rendimiento:** Se corresponde con el generalmente establecido para los productos líquidos de 10 m² /l en la preparación de superficies por frotado con más de una aplicación. En baños donde se introducen las piezas, permite tratar hasta 50 m²/litro.

Protección Anticorrosiva:

Garantiza la protección temporal de las superficies metálicas días, semanas e incluso meses, en las condiciones climáticas de Cuba en zonas de agresividad de alta a extrema, en dependencia de las condiciones de almacenamiento.

Pasó el ensayo climático de Humedad – Temperatura, acreditado por el Laboratorio LABET, por las Normas UNE – EN – ISO 6270: 06 y DIN 50017:82, sobre probetas de acero de bajo contenido de carbono, durante 1600 horas, sin afectaciones.

Condiciones de Conservación:

- **Intemperie:** De no encontrarse contaminada la superficie con aerosol marino, puede proteger la estructura por un período de hasta una semana.
- **Bajo techo:** Garantiza la protección temporal por varias semanas.
- **Almacén cerrado:** Puede mantener las piezas protegidas hasta un mes o más, lo cual no se prefiere, dada la posibilidad de contaminación de la superficie.
- **Interior de tanques:** Puede utilizarse para preparar la superficie no pintada y protege e la superficie durante meses si se logra un buen secado y sellaje. Procedimiento indicado especialmente para instalación de tanques de combustible.

Almacenamiento: El producto debe ser almacenado en tanques plásticos de diferentes capacidades. En estas condiciones se garantiza varios años sin afectación del producto.

Medidas de protección: Por constituir una solución ácida deben tomarse todas las medidas que evite contactos con ojos, cortaduras. El producto no daña la piel y no contamina el ambiente del área de trabajo.

Comuníquese: Teléfono: 261013 Ext. 326. Fax: 253101 E.Mail:

merca.ceat@umcc.cu, o comercial.ceat@umcc.cu.

ANEXO 14

Centro de Estudios de Anticorrosivos y Tensoactivos. Universidad de Matanzas

“Camilo Cienfuegos”. Km 3 ½ Autopista a Varadero. Matanzas.



FICHA TECNICA DISTIN 603 L.

Cera Abrillantadora e Impermeabilizante Líquida.

Es una cera líquida especialmente preparada para la protección de superficies metálicas pintadas, en las cuales penetra a fondo, impermeabiliza los poros, impidiendo la penetración del agua y el oxígeno, que junto con los contaminantes atmosféricos son los causante del deterioro de las pinturas. Por su composición líquida penetra a fondo en orificios, sella e impide la penetración de contaminantes. Proporciona a los recubrimientos de pintura una resistencia a la corrosión adicional en condiciones climáticas de alta, muy alta y extrema agresividad. Además de mayor resistencia a la radiación ultravioleta, causante del deterioro de los recubrimiento de pintura. No afecta los recubrimientos de pintura y le proporciona una protección por formación de una capa impermeable a los agentes agresivos. Puede ser aplicada sobre madera, hormigón, mortero, no teniendo reacciones adversas.

:: Método de aplicación ::

- **Proyección:** Pudiera aplicarse pero no se recomienda, ya que se pierde mucho producto.
- **Frotado:** Es el método más recomendado, para producir una fina capa sobre la superficie de pintura.
- **Rendimiento:** Se corresponde con el generalmente establecido para los productos líquidos de 8 a 10 m² /Litro.

:: Protección anticorrosiva ::

El recubrimiento proporciona una protección adicional y temporal de las superficies metálicas pintadas e incrementa su durabilidad en las condiciones climáticas de alta, muy alta y extrema agresividad, propias de las zonas marítimas. Resiste la acción del agua de mar por salpicaduras. Como recubrimiento temporal debe ser aplicado con la frecuencia que requiera el tipo de técnica. En automóviles cuando se observe que el agua moja la pintura debe ser aplicada.

:: Condiciones de conservación ::

- **Intemperie:** Resiste la acción de la radiación solar, no se chorrea hasta uno 100 ° C, resiste años en la conservación de superficies en dependencia de la agresividad del medio y del espesor de la capa.

:: Aplicaciones derivadas de sus propiedades ::

Por sus características está especialmente formulada para la protección adicional de recubrimientos de pinturas, ya que las impermeabiliza contra la acción del agua, el oxígeno y los contaminantes que la penetran, le proporciona protección adicional contra la radiación ultravioleta y brillo.

:: Transportación y almacenamiento ::

El producto se suministra en frascos de 1 litro de capacidad.

:: Aclaración al usuario ::

Se agradece nos solicite cualquier información adicional para éstas u otras aplicaciones.

Dirección: CEAT Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos” Km 3.5 Autopista a Varadero,

Matanzas, Cuba. Teléfono: 261013 Ext. 326. E.Mail: carlos.echeverria@umcc.cu